МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

81–а студентська науково-технічна конференція
«ТИЖДЕНЬ СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКИ»

20 – 24 квітня



ЗБІРНИК ПРАЦЬ

Дніпро
2026

Тиждень студентської науки - 2026: Матеріали вісімдесят першої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 20-24 квітня 2026 року). – Д.: НТУ «ДП», 2026 – 1207 с.

До збірника увійшли кращі доповіді на студентській науково-технічній конференції 2026 р.

Редакційна колегія:
А.В. ПАВЛИЧЕНКО (голова)
І.С. НІКІТЕНКО
Т.М. ЛУБЕНЕЦЬ
Б.М. МАНІН

© НТУ «ДП», 2026

Матеріали в збірнику друкуються мовою оригіналу в редакції авторів

ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛТЮБІНГОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ БУРІННЯ І РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН

НТУ «Дніпровська політехніка»

Аболмасов Максим Олегович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Хоменко В. Л.**

Сучасний розвиток нафтогазової галузі супроводжується активним впровадженням інноваційних технологій, спрямованих на підвищення ефективності буріння та ремонту свердловин, зниження витрат і мінімізацію екологічних ризиків. Однією з таких технологій є колтюбінг – використання безперервної гнучкої труби (coiled tubing), яка намотується на барабан і подається в свердловину без необхідності з'єднання окремих труб. Ця технологія набула широкого застосування завдяки своїй мобільності, швидкості операцій і можливості виконання робіт під тиском [1].

Колтюбінгові установки дозволяють проводити широкий спектр робіт: від очищення свердловин і видалення піщаних пробок до кислотних обробок, гідророзриву пласта, буріння бічних стовбурів і ліквідації аварій. Однією з ключових особливостей є можливість виконання операцій без глушіння свердловини, що значно зменшує втрати продукції та підвищує економічну ефективність.

Основною конструктивною особливістю колтюбінгової установки є наявність барабана з безперервною трубою, інжектора, системи управління тиском та насосного обладнання. Інжектор забезпечує подачу труби в свердловину і її витягування, долаючи сили тертя та тиск у стовбурі. Важливим аспектом є контроль за напружено-деформованим станом труби, оскільки багаторазові цикли згинання можуть призводити до її втомного руйнування.

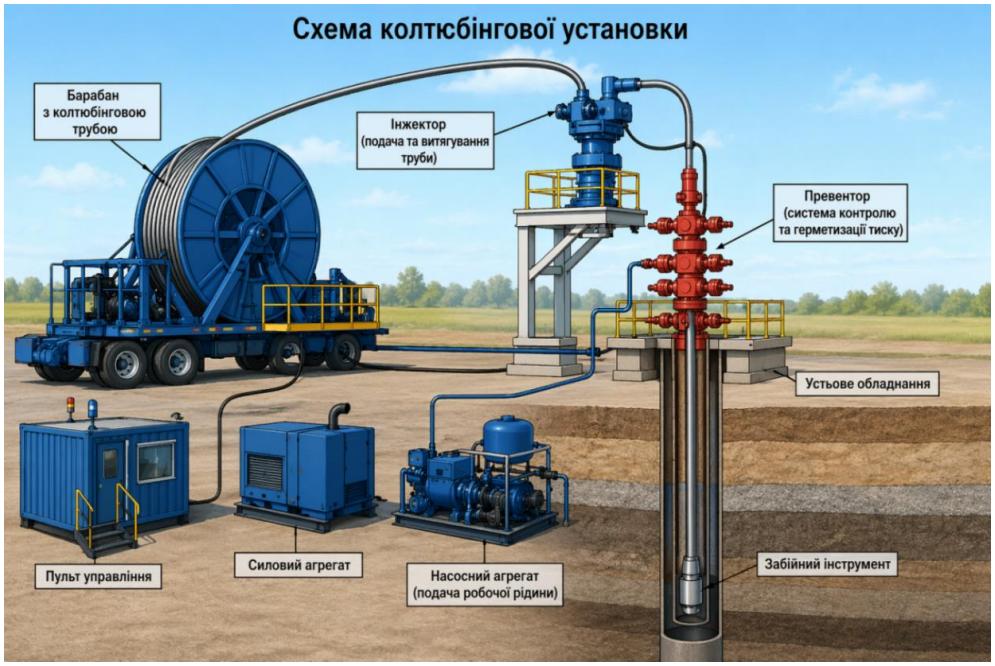


Рис. 1 Схема колтюбінгової установки

Наведена схема ілюструє принципову будову колтюбінгової установки. Безперервна труба подається з барабана через інжектор у свердловину, проходячи через превентор, який забезпечує герметизацію та контроль тиску. Така компоновка дозволяє виконувати роботи в умовах діючої свердловини без її зупинки.

Однією з важливих переваг колтюбінгових технологій є їх ефективність при бурінні горизонтальних і похило-спрямованих свердловин. Завдяки гнучкості труби забезпечується можливість проходження складних траєкторій, що особливо актуально при розробці важкодоступних родовищ [2]. Крім того, колтюбінг широко застосовується для буріння бічних стовбурів у вже існуючих свердловинах, що дозволяє суттєво збільшити видобуток без буріння нових свердловин.

Разом із перевагами існують і певні обмеження. Зокрема, обмежена жорсткість труби ускладнює передачу осьового навантаження на долото, що знижує ефективність буріння на великих глибинах. Також значну роль відіграє гідравлічний опір, який впливає на можливість подачі робочих агентів і очищення вибою. Тому оптимізація режимів роботи є важливою умовою ефективного застосування колтюбінгу.

Особливу увагу слід приділяти гідродинамічним процесам у свердловині. Потік рідини, що подається через колтюбінгову трубу, забезпечує очищення вибою, транспортування шламу та охолодження бурового інструменту. При цьому важливо підтримувати оптимальну швидкість потоку, щоб уникнути осідання частинок і забезпечити ефективне винесення продуктів руйнування породи.

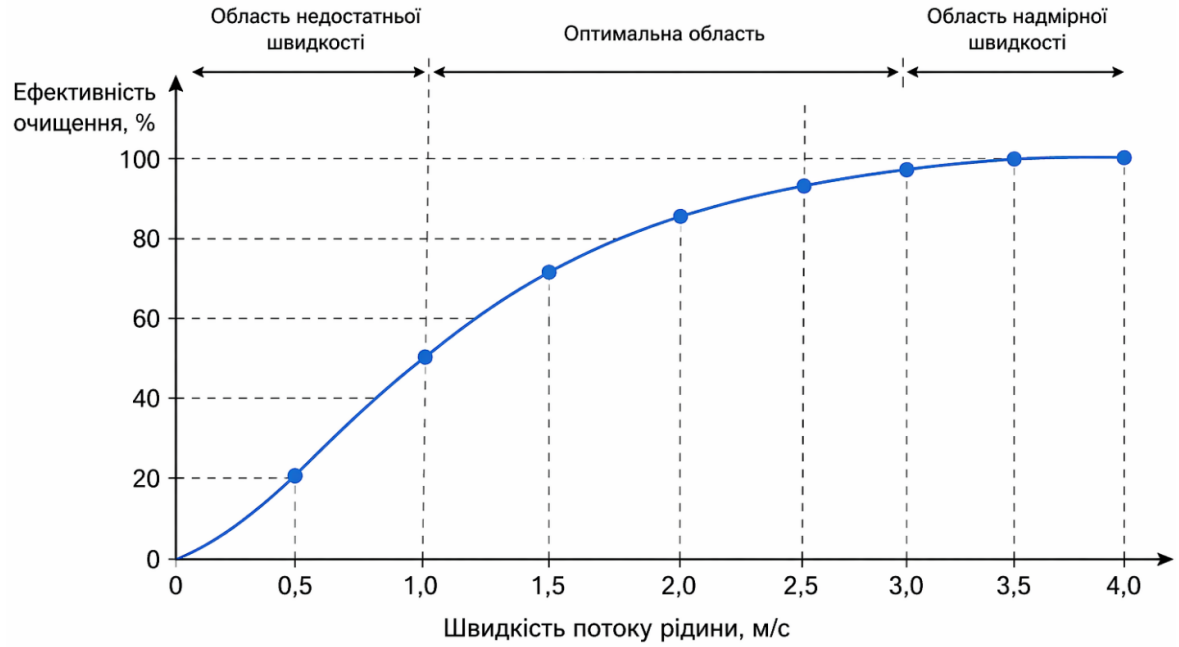


Рис. 2 Залежність ефективності очищення вибою від швидкості потоку рідини

З графіка видно, що ефективність очищення вибою зростає зі збільшен-

ням швидкості потоку рідини, однак після певного значення темп зростання зменшується. Це свідчить про наявність оптимального режиму, перевищення якого може призводити до надмірних енергетичних витрат без суттєвого покращення результату.

У процесах ремонту свердловин колтюбінг також демонструє високу ефективність. Він дозволяє швидко виконувати операції з видалення відкладень, ліквідації гідратних пробок, проведення кислотних обробок і стимуляції пластів. Особливо цінною є можливість роботи в умовах високого тиску, що виключає необхідність зупинки свердловини та зменшує втрати видобутку.

Ще однією важливою особливістю є можливість інтеграції колтюбінгових систем із сучасними засобами телеметрії та контролю. Це дозволяє отримувати інформацію в реальному часі про параметри процесу, такі як тиск, температура, навантаження та положення інструменту. Завдяки цьому підвищується точність виконання операцій і знижується ризик аварій.

З економічної точки зору колтюбінгові технології є вигідними завдяки скороченню часу проведення робіт і зменшенню кількості допоміжних операцій. Відсутність необхідності спуско-підіймальних операцій із використанням різьбових з’єднань значно пришвидшує процес і знижує витрати на обслуговування обладнання. Крім того, мобільність установок дозволяє швидко переміщувати їх між об’єктами.

Водночас для ефективного застосування колтюбінгу необхідно враховувати технічні обмеження, пов’язані з довжиною труби, допустимими навантаженнями та умовами експлуатації. Важливим є також правильний вибір технологічних параметрів, таких як швидкість подачі труби, тиск і витрата рідини. Недотримання цих параметрів може призводити до зниження ефективності або навіть до аварійних ситуацій.

Таким чином, колтюбінгові технології є важливим інструментом сучасної нафтогазової галузі, що забезпечує високу ефективність буріння та ремонту свердловин. Їх застосування дозволяє значно скоротити витрати, підвищити продуктивність і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Подальший розвиток цих технологій пов’язаний із вдосконаленням матеріалів, підвищенням надійності обладнання та впровадженням цифрових систем управління, що відкриває нові перспективи для їх використання в складних геолого-технічних умовах.

Перелік посилань

1. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Shypunov, S. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012004

2. Ratov, B. T., Kuttybayev, A.E., Tabylganov, M.T., Khomenko, V. L., & Kainazarov, A.S. (2025). An effective device for the development of shallow aquifers. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2025(6), 195–208. https://doi.org/10.32014/2025.2518-170X.580

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ ДЛЯ УМОВ ПЕРЕЩЕПИНСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Агаєв Роман Сакіт Огли, група 185-22з-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

Перещепинське газоконденсатне родовище є важливим об'єктом газовидобувної промисловості України та характеризується складними геолого-технічними умовами буріння. Основною метою розробки технології спорудження свердловини є забезпечення надійного, безпечного та економічно ефективного процесу буріння з мінімальними витратами часу і ресурсів.

Геологічна будова родовища представлена чергуванням піщаних, глинистих і карбонатних порід, що ускладнює процес буріння. Значний вплив на вибір технологічних рішень мають аномально високі пластові тиски та температури. Це вимагає ретельного підбору бурового обладнання, режимів буріння та параметрів технологічних процесів.

Проектування конструкції свердловини включає визначення кількості обсадних колон, їх діаметрів і глибин спуску. Важливим аспектом є забезпечення надійної ізоляції продуктивних горизонтів і запобігання міжпластовим перетокам [1-6].

Особлива увага приділяється вибору бурового розчину. Він повинен забезпечувати стабільність стінок свердловини, ефективне винесення шламу та мінімізацію негативного впливу на породи. Для умов родовища доцільним є використання інгібованих бурових розчинів, які зменшують набухання глинистих порід і підвищують стійкість стінок свердловини [7,8].

Технологія буріння передбачає оптимізацію механічної швидкості проходки, вибір раціональних режимів роботи бурового інструменту, а також контроль основних параметрів: навантаження на долото, частоти обертання та витрати промивальної рідини. Застосування сучасних систем моніторингу дозволяє оперативно реагувати на зміну геолого-технічних умов і підвищує ефективність процесу буріння [9-12].

Цементування обсадних колон є одним із ключових етапів спорудження свердловини. Воно забезпечує герметизацію міжколонного простору та ізоляцію пластів. Якість цементного каменю визначається його міцністю, адгезією до стінок свердловини та відсутністю дефектів. Для покращення властивостей цементних розчинів застосовуються спеціальні добавки, які підвищують їхню стабільність і технологічні характеристики [13,14].

При бурінні свердловин на родовищі можливі ускладнення, зокрема прихвати бурильного інструменту, поглинання бурового розчину та газопрояви. Для їх запобігання застосовуються профілактичні заходи, оптимізація режимів буріння та використання спеціальних технологічних прийомів.

Важливим аспектом є забезпечення екологічної безпеки. Сучасні технології спрямовані на мінімізацію негативного впливу на навколишнє середови-

ще, раціональне використання природних ресурсів та утилізацію відходів буріння.

Економічна ефективність технології визначається співвідношенням витрат на буріння та отриманих результатів. Впровадження інноваційних рішень, сучасного обладнання та оптимізація технологічних процесів дозволяють значно підвищити ефективність бурових робіт і знизити їх собівартість.

Отже, розробка технології спорудження свердловини для умов Перещепинського газоконденсатного родовища є комплексним завданням, що потребує врахування геологічних, технічних, екологічних та економічних факторів. Раціональне поєднання цих складових забезпечує ефективне та безпечне освоєння родовища.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем'як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем'як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

9. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

10. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025).

Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

11. Ratov, B.T., Fedorov, B.V., Syzdykov, A.Kh., Zakenov, S.T., Sudakov A.K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Section Exploration & Mining. 503-514. https://doi.org/10.5593/sgem2021/l.l/s03.062

12. Chernova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva B. (2022). Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, №21(1.2). 917-925. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.1/s06.111

13. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

14. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ ПРОЦЕСУ ВИЛУЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Байдала Наталя Миколаївна, група 185-22-1
***Науковий керівник*: ст. викладач Дмитрук О. О.**

Розвиток нафтогазової промисловості супроводжується зростанням вимог до ефективності вилучення вуглеводнів із надр [1]. В процесі експлуатації родовищ рух флюїдів у пласті починається одразу після відкриття та відбору продукції. Цей рух має принципово іншу природу порівняно з течією в трубопроводах чи відкритих каналах і визначається як фільтраційний, оскільки відбувається у складному пористому або тріщинному середовищі. Розуміння закономірностей такого руху є необхідною передумовою для ефективного управління розробкою покладів.

Видобування нафти і газу супроводжується сукупністю фізико-хімічних процесів, що виникають у пластових умовах. При переміщенні флюїдів через вузькі порові канали проявляються поверхневі ефекти, обумовлені взаємодією між твердою фазою породи та рідкою складовою. Зміна термобаричних умов спричиняє фазові перетворення: газ може переходити у розчинений стан у нафті або, навпаки, виділятися з неї. Розподіл і стан води, нафти та газу в природному резервуарі визначаються комплексом факторів: співвідношення густин компонентів, ступінь насиченості порового простору, гідродинамічні умови, а також літологічні особливості колектора і його проникність. Взаємодія цих чинників формує характер руху флюїдів.

Під освоєнням свердловини розуміють сукупність технологічних операцій, спрямованих на відновлення проникності привибійної зони та отримання стабільного припливу пластових флюїдів. Основним принципом таких робіт є створення перепаду тиску між пластом і стовбуром свердловини шляхом зниження гідростатичного навантаження, що забезпечує рух флюїду до вибою. Серед існуючих методів ефективним вважається поступове зменшення густини робочої рідини шляхом її аерації після заміни бурового розчину. Для підвищення стабільності процесу та зменшення витрат повітря до складу рідини вводять поверхнево-активні речовини, які сприяють утворенню стійкої піни та покращують гідродинамічні характеристики системи. Застосування композицій із ПАР також дозволяє змінювати змочуваність поверхні порід, формувати граничні шари та підвищувати капілярні ефекти, що в цілому посилює вплив газорідинної суміші на колектор [2]. Поверхневий натяг при цьому відіграє ключову роль у визначенні умов руху піни в поровому середовищі. Разом із тим, наявні технічні засоби для аерації рідини не завжди забезпечують необхідну надійність і простоту експлуатації, що обумовлює пошук альтернативних рішень, зокрема використання ежекторних систем. Такі пристрої дозволяють ефективно формувати газорідинні суміші з необхідними характеристиками.

Експериментальні дані свідчать, що піноутворення при використанні різних типів ежекторів досягається за певних умов швидкості повітряного потоку

та концентрації піноутворювачів. Вихрові конструкції забезпечують більш однорідну структуру піни та ефективніше використання реагентів. Поширеним залишається компресорний метод освоєння, що полягає у закачуванні стисненого повітря в затрубний простір для витіснення рідини, однак такий спосіб супроводжується значними коливаннями тиску, що може призводити до дестабілізації пласта та руйнування його структури.

Перелік посилань:

1. Vaddadi, N. (2015). *Introduction to oil well drilling*. Bathos publishing.

2. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Ye.A., Pinka, J., et al. (2021). Geological and mining-engineering peculiarities of implementation of hydromechanical drilling principles. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 11-18.

ПОПЕРЕДНЯ ПЕРЕРОБКА НАФТИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Безуглий Володимир Григорович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Попередня переробка нафти є критично важливим етапом у загальному ланцюзі нафтопереробної промисловості, оскільки саме від якості підготовки сировини залежать ефективність та надійність роботи технологічних установок первинної перегонки. Сира нафта, яка надходить безпосередньо зі свердловин, являє собою складну багатокомпонентну суміш, що містить не лише цільові вуглеводні, але й значну кількість домішок — пластової води з розчиненими солями, механічних частинок, розчинених газів та сірковмісних сполук. Присутність цих забруднювачів спричиняє серйозні експлуатаційні проблеми: прискорену корозію технологічного обладнання та трубопроводів, отруєння каталізаторів установок вторинної переробки, погіршення якості цільових продуктів, збільшення енерговитрат на перекачування та підвищення ризику аварійних ситуацій. У зв'язку з цим, нафту перед подаванням на первинну переробку піддають комплексу технологічних операцій, які в сукупності отримали назву «промислова підготовка нафти».

Основним завданням попередньої переробки є доведення сировини до вимог, що висуваються нафтопереробними заводами. Згідно з сучасними стандартами, товарна нафта, що надходить на установки первинної перегонки, повинна містити не більше 0,1–0,5% води та 3–4 мг/л солей. Таких показників досягають шляхом послідовного виконання чотирьох основних технологічних процесів: дегазації, зневоднення, знесолення та стабілізації. Кожен із цих процесів базується на фізико-хімічних методах розділення гетерогенних сумішей та має власне апаратурне оформлення, однак у сучасній практиці дедалі частіше застосовуються інтегровані рішення, що поєднують декілька стадій в одному апараті.

Дегазація є першим етапом підготовки, що передбачає відділення легких вуглеводневих газів (метану, етану, пропану, бутану) та сірководню від рідкої фази. Цей процес реалізується в сепараторах різних ступенів тиску, де за рахунок зниження тиску відбувається інтенсивне виділення розчинених газів із нафти. Вилучені гази підлягають подальшій осушці та очищенню, після чого використовуються як паливо або сировина для газохімічних виробництв. Дегазація є обов'язковою не лише з технологічних міркувань, але й з міркувань безпеки, оскільки наявність легких фракцій підвищує вибухопожежонебезпеку нафти.

Наступним, найбільш масштабним та технологічно складним етапом є зневоднення нафти, яке полягає у відділенні пластової води, що знаходиться в нафті у вигляді дрібнодисперсних крапель, часто стабілізованих природними емульгаторами — асфальтенами, смолами та парафінами. Присутність води в нафті призводить до зростання в'язкості, збільшення енерговитрат на перекачування, прискорення корозії обладнання та ускладнення подальшої переробки. Для руйнування стійких водонафтових емульсій застосовують комбінацію різ-

них методів: хімічного (введення поверхнево-активних речовин-деемульгаторів), термічного (нагрівання емульсії до 60–120 °С), механічного (відстоювання, центрифугування, фільтрація) та електричного (обробка в електричному полі). Хімічний метод є базовим для всіх схем зневоднення: деемульгатори, адсорбуючись на поверхні водяних глобул, руйнують захисні оболонки з природних стабілізаторів, що призводить до коалесценції крапель води та їхнього осадження. В Україні проводяться активні дослідження з розробки нових ефективних деемульгаторів, зокрема композицій на основі оксидів етилену та пропілену, які демонструють високу деемульгаційну здатність і можуть конкурувати з імпортними аналогами.

Найбільш ефективним промисловим методом зневоднення є електрохімічний, який реалізується в електродегідраторах — вертикальних або горизонтальних апаратах, оснащених системами електродів, що створюють високовольтне електричне поле (частотою 50–60 Гц, напругою до 30 кВ). Під дією електричного поля краплі води, що містять диполі, поляризуються, набувають протилежних зарядів на протилежних кінцях і починають притягуватися одна до одної, утворюючи більші краплі, які під дією гравітації осідають на дно апарата. Для особливо стійких емульсій застосовують дво- або триступеневі схеми зневоднення, які дозволяють досягти залишкового вмісту води на рівні 0,1–0,5%.

Знесолення нафти тісно пов'язане з процесом зневоднення, оскільки солі (переважно хлориди натрію, магнію та кальцію) знаходяться в нафті у вигляді розчину у водних краплях. Залишкові солі, навіть у невеликих концентраціях, спричиняють серйозні проблеми при подальшій переробці: при нагріванні нафти в трубчастих печах хлориди магнію та кальцію гідролізуються з утворенням хлороводню, який викликає інтенсивну корозію обладнання; крім того, солі спричиняють отруєння каталізаторів установок риформінгу, гідрокрекінгу та каталітичного крекінгу. Знесолення здійснюється шляхом промивання зневодненої нафти невеликою кількістю прісної води (зазвичай 3–10% об'ємних) з наступним ретельним змішуванням та повторним зневодненням отриманої емульсії. При змішуванні розчинені в залишковій пластовій воді солі переходять у прісну воду, яка потім видаляється на стадії вторинного зневоднення. Найдосконаліші установки електрознесолення (ЕЛОУ — електрознесолювальні установки) дозволяють знизити вміст солей до 3–4 мг/л, що є прийнятним для більшості технологічних процесів. Сучасні дослідження спрямовані на вдосконалення конструкцій електродних систем, оптимізацію режимів змішування та розробку нових типів деемульгаторів для підвищення ефективності знесолення важких і високов'язких нафт.

Завершальним етапом попередньої переробки є стабілізація нафти — процес видалення легких вуглеводнів (від CH_4 до C_4H_{10}), які залишилися після дегазації. Цей процес переслідує дві основні цілі: по-перше, зменшення втрат нафти від випаровування під час транспортування та зберігання; по-друге, вилучення цінної сировини для газохімічних виробництв — пропану, бутану та їхніх сумішей (зріджених вуглеводневих газів). Стабілізація здійснюється методом гарячої сепарації або ректифікації. Ректифікаційний метод є більш ефективним і передбачає нагрівання нафти в трубчастих печах та подальше фракці-

онування в ректифікаційних колонах, де легкі компоненти відокремлюються у вигляді пари, конденсуються та виводяться у вигляді окремих фракцій. Стабілізована нафта має значно нижчий тиск насичених парів, що забезпечує безпечне зберігання та транспортування, а також мінімізує втрати цільової сировини.

Важливим сучасним трендом у галузі попередньої переробки нафти є створення інтегрованих систем, які об'єднують стадії зневоднення, знесолення та стабілізації в єдиному технологічному вузлі. Такі рішення, відомі як інтегровані газонафтові сепараційні установки (GOSP), дозволяють суттєво скоротити капітальні та експлуатаційні витрати, зменшити займані площі та підвищити енергоефективність процесу за рахунок використання внутрішніх теплових потоків. Найбільш досконалі системи дозволяють обробляти навіть високообводнену нафту (до 35% води) та емульсії, що важко руйнуються.

Не менш важливим напрямком удосконалення попередньої переробки є розробка нових хімічних реагентів — деемульгаторів та інгібіторів корозії, які повинні бути ефективними для широкого спектру нафт, екологічно безпечними та економічно доцільними. Значний прогрес досягнуто у створенні блок-співполімерів оксидів етилену та пропілену з контрольованою молекулярною масою та структурою, які забезпечують високу деемульгаційну здатність при низьких концентраціях (10–50 г/т нафти). Активно досліджуються також альтернативні методи руйнування емульсій, зокрема ультразвукова обробка, мікрохвильове опромінення, магнітна обробка та біологічні методи із застосуванням мікроорганізмів-деемульгаторів, які можуть стати основою для створення «зелених» технологій підготовки нафти в майбутньому.

Таким чином, попередня переробка нафти є багатостадійним технологічним комплексом, який забезпечує підготовку сировини до подальшої перегонки. Оптимальне поєднання хімічних, термічних, механічних та електричних методів дозволяє досягти високого ступеня очищення нафти від води, солей та легких вуглеводнів, що є запорукою стабільної, ефективної та безпечної роботи нафтопереробних заводів. Подальший розвиток цієї галузі пов'язаний з інтенсифікацією процесів розділення, впровадженням енергоефективних інтегрованих схем, розробкою нових високоселективних реагентів та широким застосуванням методів цифрового моделювання та автоматизації для оптимізації технологічних режимів у реальному часі.

Перелік посилань

1. Kozhevnykov, A., Kamyshatskyi, O., Pashchenko, O., Khomenko, V., Naumenko, M., & Ratov, B. (2018). Substantiation of mud preparation technology.

2. Ігнатов, А.О. (2023). Визначення змісту окремих складових технологічного процесу гідромеханічного буріння свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (26), 39-49.

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НАЛИВНОЇ ЕСТАКАДИ ДЛЯ АВТОЦИСТЕРН НА НАФТОБАЗІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бейник Вікторія Володимирівна, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Організація експлуатації та технічного обслуговування наливної естакади для автоцистерн є одним із ключових аспектів забезпечення надійної, безпечної та ефективної роботи сучасної нафтобази. Наливна естакада, яка являє собою комплекс інженерних споруд та технологічного обладнання, призначений для передачі рідких вуглеводнів із стаціонарних резервуарів у автоцистерни, функціонує в умовах підвищеної пожежо- та вибухонебезпеки, що зумовлює високі вимоги до організації всіх виробничих процесів. Ефективна експлуатація цього об'єкта можлива лише за умови регламентованого виконання технологічних операцій, чіткої взаємодії персоналу та водіїв, безперервного моніторингу технічного стану устаткування та дотримання суворих правил промислової безпеки та охорони навколишнього середовища.

Основним технологічним вузлом наливної естакади є наливний пристрій – верхній наливний стояк (loading arm), що являє собою шарнірно-з'єднану систему жорстких трубопроводів, яка забезпечує необхідну гнучкість для під'єднання до завантажувального люка автоцистерни. Така конструкція, що складається з внутрішньої та зовнішньої стріли, а також спускної труби, врівноважується противагами або пневматичними пружинами, що значно полегшує маніпулювання та підвищує ергономічність робочого місця оператора. Організація робіт з експлуатації такого обладнання починається з етапу планування та підготовки, який включає формування графіків відвантаження нафтопродуктів, контроль справності автотранспорту, який подається під налив, та проведення цільового інструктажу з водіями. Як показує світова практика, кожен водій перед в'їздом на територію терміналу повинен пройти навчання правилам безпечного наповнення, що діють на даній базі, та підтвердити знання відповідним підписом, причому перший налив на новому терміналі має відбуватися в присутності співробітника бази. На території терміналу запроваджується система контролю зауважень (так звана система "жовтих та червоних карток"), де кожне порушення фіксується та залишається дійсним протягом 12 місяців, що стимулює водіїв до неухильного дотримання встановлених норм.

Безпосередньо технологічний процес наливу нафтопродуктів в автоцистерни регламентується суворими вимогами безпеки, які охоплюють як підготовчі операції, так і сам процес перекачування. Перед початком наливу оператор зобов'язаний перевірити цілісність всіх споруд наливної естакади, наявність на автоцистерні справного іскрогасника, заземлювального пристрою, вогнегасників та ящика з сухим піском. Ключовим елементом безпеки є приєднання статичного заземлення до автоцистерни, причому затискач має бути надійно закріплений за раму або спеціально передбачене місце для забезпечення якісного електричного контакту. Сам процес наливу повинен здійснюватися спокійною рів-

ною струминою, без розбризкування, обов'язково під шар рідини, що досягається опусканням наливного рукава або труби до дна цистерни. Такий метод мінімізує утворення парів нафтопродукту та зменшує ризик займання від статичної електрики. Для запобігання гідравлічним ударам та проявам статичної електрики наливне обладнання оснащується системами, що забезпечують знижену продуктивність подачі на початковій та завершальній стадіях наливу, а кінцеві наконечники рукавів виготовляються з металу, що виключає іскроутворення при ударі.

Сучасні наливні естакади все частіше оснащуються автоматизованими системами наливу, які значно підвищують безпеку, точність обліку та продуктивність роботи. Прикладом є модернізація естакади на Одеському НПЗ, де на базі розподіленої системи управління DeltaV було створено комплекс з чотирьох островів наливання, оснащених сімома постами, що дозволяє одночасно заправляти до семи автоцистерн. Така система автоматично керує виконавчими механізмутами, вимірює масу, об'єм та температуру налитих нафтопродуктів за допомогою масових витратомірів згідно з ДЕСТ 26976, а також веде обмін інформацією з автоматизованою інформаційною системою обліку нафтопродуктів на базі програмного комплексу "1С Підприємство". Автоматизована система контролює положення кінцевих вимикачів запірної арматури, наливних стояків, пристроїв заземлення та сигналізаторів переливу, що дозволяє унеможливити помилки оператора та забезпечити безпечне виконання операцій. Важливим аспектом є також наявність дренажної системи з каплеуловлювачем для зливу залишків нафтопродуктів з наливних пристроїв після завершення операцій, що дозволяє запобігти забрудненню території естакади. Після завершення наливу, зливний рукав перед складанням має бути звільнений від залишків продукту, а після підйому наливного пристрою та від'єднання статичного заземлення, персонал перевіряє, чи всі елементи обладнання повернуто у вихідне положення, і лише після цього дозволяє від'їзд автоцистерни.

Система технічного обслуговування наливної естакади базується на планово-попереджувальному принципі, який передбачає виконання регламентованих робіт з огляду, чищення, мащення та ремонту обладнання згідно із затвердженими графіками. Ключовим елементом наливного стояка є шарнірні з'єднання, які забезпечують його гнучкість, тому їх технічний стан вимагає особливої уваги. У разі появи витоку в шарнірному з'єднанні операцію слід негайно зупинити, а після видалення залишків рідини з труби, провести розбирання вузла для огляду ущільнень на предмет старіння, зносу або пошкоджень. Якщо розмір та точність головного ущільнення після шліфування не відповідають нормам, його необхідно замінити. У разі тугого обертання шарніра перевіряють наявність мастила в адаптері, а за його відсутності проводять дозаправку, причому за нормальних умов така перевірка повинна виконуватися щоквартально. Будь-яке розбирання та повторне складання шарнірного з'єднання, навіть без заміни деталей, вимагає проведення гідравлічного випробування згідно із заводськими стандартами – тиском 0,6 МПа з перевіркою герметичності та плавності обертання. Зовнішній огляд наливних стояків рекомендується проводити кожні шість місяців, усуваючи поверхневу іржу та відновлюючи пошкоджене

лакофарбове покриття.

Окремим важливим напрямком є забезпечення справного стану всієї інфраструктури естакади – перехідних містків, драбин, площадок обслуговування, паропроводів та запірної арматури. Особливі вимоги висуваються до засобів вимірювальної техніки: використовувані лічильники рідини та фільтри повинні відповідати умовам їх застосування за тиском, в'язкістю нафтопродуктів, продуктивністю та іншими параметрами. З'єднувальні трубопроводи від резервуарів до наливних пристроїв мають бути роздільними для кожної марки нафтопродукту, а послідовне перекачування різних марок по одному трубопроводу забороняється. При експлуатації естакади в зимових умовах допускається налив нафтопродуктів при працюючому двигуні автоцистерни, що є винятком із загального правила, яке вимагає його вимкнення. Після завершення операцій автоцистерни підлягають опломбуванню підприємством відповідно до чинних правил перевезень, причому місця пломбування встановлюються залежно від конструкції автоцистерни. Такий системний підхід до організації технічного обслуговування, що охоплює як планові огляди та ремонти, так і оперативне реагування на відмови, дозволяє підтримувати наливну естакаду у постійній готовності до роботи, забезпечуючи безперебійне та безпечне відвантаження нафтопродуктів споживачам.

Перелік посилань

1. Ratov, B. T., Mechnik, V. A., Khomenko, V. L., Ihnatov, A. O., & Kalzhanova, A. B. (2024). Influence of disperse-hardening additive chrome diboride on the structure of carbide matrixes of PDC drill bits. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 4, 27–34. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-4/027

2. Lubenets, T.M., Koroviaka, Ye.A., Snigur, V.H., Tkachuk, A.V., Rastsvietaiev, V.O. (2023). Theoretical Model of Random Freight Flow Distribution in the Conveyor Transport Line of the Coal Mine. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (6), 12-18. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/012

3. Korkhina, I., Petrenko, V., Khomenko, V., & Kulyk, V. (2021). Formation of an optimal portfolio of venture projects. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (4), 128-132. doi: 10.33271/nvngu/2021-4/128

4. Заєць, В. В., & Коровяка, Є. А. (2024). Електронно-оптичний віддалемірний метод визначення інтервальних місткостей траспортабельних резервуарів для зберігання нафти та нафтопродуктів.

5. Ihnatov, A. (2021). Analyzing mechanics of rock breaking under conditions of hydromechanical drilling. Mining of Mineral Deposits, 15(3), 122-129. https://doi.org/10.33271/mining15.03.122

ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Білокінь Владислав Володимирович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Спорудження експлуатаційної похило-спрямованої свердловини є одним з найбільш технологічно складних завдань у сучасному видобутку вуглеводнів, яке дозволяє ефективно розробляти родовища в умовах обмеженої поверхні, уникаючи спорудження додаткових майданчиків на суші чи в морі. Цей спосіб, відомий також як контрольоване спрямоване буріння, передбачає створення стовбура з відхиленням від вертикалі в заздалегідь заданому напрямку для досягнення цільового пласта з віддаленого майданчика. Відхилення понад 5° вже класифікує свердловину як похилу, але на практиці зенітні кути часто значно перевищують це значення, досягаючи горизонтального положення, що вимагає застосування принципово іншого інструментарію та методів проєктування порівняно з вертикальним бурінням. Такий підхід є особливо вигідним для шельфових родовищ, де з однієї платформи можна пробурити десятки свердловин, а також для заболочених або густонаселених територій, де кущове розміщення бурових установок дозволяє мінімізувати екологічне навантаження та інфраструктурні витрати.

Фундаментом будь-якого проєкту є проєктування просторового профілю, що являє собою криву у вертикальній площині, яка з'єднує устя на поверхні з цільовим вибоєм у продуктивному горизонті. Вибір типу профілю – чотиривигнутий, S-подібний чи J-подібний – визначається геологічною будовою та глибиною залягання пласта, при цьому для глибоких багатопластових родовищ зазвичай обирають другій тип, а для крутозалеглих – третій. Ключовим параметром при цьому є інтенсивність набору кривини, яка визначає радіус викривлення стовбура і безпосередньо впливає на механічне навантаження на бурильну колону та обсадні труби. Якщо інтенсивність занадто висока, виникає ризик втомного руйнування металу та ускладнення спуску обладнання; якщо занадто низька – зростають витрати часу та матеріалів через надмірну довжину стовбура. Розрахунок профілю виконується у прямокутній декартовій системі координат, де вісь X співпадає з напрямком магнітної півночі, що дозволяє точно визначити координати вибою та уникнути колізій з існуючими свердловинами на кущовому майданчику.

Безпосереднє викривлення стовбура у заданому напрямку здійснюється за допомогою спеціалізованих компоновок нижньої частини бурильної колони (КНБК). У світовій та українській практиці найбільшого поширення набули гвинтові вибійні двигуни (ГВД) – гідравлічні машини, які перетворюють енергію потоку промивальної рідини в обертання вала долота, при цьому сама колона бурильних труб залишається нерухомою. Можливість комплектування ГВД регулятором кута дозволяє адаптувати його до різних умов буріння, а наявність шарнірного перехідника (згинального вузла) між нерухомою колоною та

двигуном створює необхідну бічну силу, яка плавно відхиляє долото від осі в заданому азимуті. Для особливо складних просторових траєкторій застосовують роторні керовані системи (RSS), які дозволяють змінювати напрямок без переривання обертання бурильної колони та без підйому інструменту на поверхню, що значно прискорює процес будівництва.

«Очима» системи похило-спрямованого буріння є телеметричні системи геонавігації, які забезпечують безперервний контроль просторового положення вибою в режимі реального часу. Телеметрична система включає підземне обладнання (вимірювальний модуль) та наземну станцію, яка через гідроімпульсний канал зв’язку отримує дані про зенітний кут, азимут та положення відхилювача. Сучасні системи MWD (вимірювання під час буріння) дозволяють також записувати гама-дані для літологічної прив'язки та опору гірських порід, що дає змогу геологам коригувати траєкторію безпосередньо під час заглиблення стовбура. Використання геонавігації збільшує ефективність проходки по продуктивних колекторах до 40%. При цьому інформація з надр передається не лише на пульт бурової установки, а й через супутникові канали на центральний сервер, де здійснюється розподіл даних між геонавігаторами, що дозволяє приймати колегіальні рішення з управління стовбуром у реальному часі.

Після досягнення проєктної глибини та завершення буріння, свердловину необхідно закріпити, щоб забезпечити її довговічність та роз'єднання окремих пластів. Для похилих стовбурів цей процес має особливості, оскільки сила тяжіння ускладнює спуск обсадних колон у криволінійні ділянки, а якісне заміщення бурового розчину цементом є більш проблематичним через ризик утворення каналів на верхній стінці стовбура. Для полегшення спуску обсадних колон використовують плаваючі башмаки та роликові центратори, а також застосовують спеціальні буферні рідини, що забезпечують ефективне витіснення в'язкого бурового розчину цементною суспензією. Особливу увагу приділяють обертанню та розбурюванню цементних стаканів після схоплювання, а також контролю якості цементування за допомогою акустичних методів. Не менш важливим є контроль якості зварних з'єднань обсадних труб, оскільки навіть незначні дефекти в умовах згинальних навантажень можуть призвести до розгерметизації колони. Весь комплекс цих операцій виконується відповідно до суворих технологічних регламентів, які включають операційний та візуальний контроль зварних з'єднань, ультразвукову дефектоскопію та випробування підвищеним тиском.

Після завершення кріплення та випробування на герметичність, свердловина приймається в експлуатацію. Цей етап передбачає оформлення паспорта свердловини, який містить всі дані про її конструкцію, глибини спуску колон, результати геофізичних досліджень та випробувань. Крім того, до документації додаються матеріали про нафтогазопрояви, що дозволяють підтвердити промислову цінність покладу. Особливості похило-спрямованих свердловин вимагають також постійного моніторингу за просторовим положенням експлуатаційної колони в часі, оскільки зміна пластового тиску або геомеханічних умов може призвести до зсувів та пошкоджень. Сучасний підхід до будівництва таких об'єктів базується на інтеграції цифрового моделювання, точних телеметричних

систем та високоміцних матеріалів, що дозволяє досягати високих коефіцієнтів вилучення вуглеводнів навіть зі складних низькопроникних колекторів. Це робить похило-спрямоване буріння не просто технічною альтернативою, а критично необхідною технологією для забезпечення енергетичної безпеки та ефективного освоєння надр.

Перелік посилань

1. Андріянов, В. В., & Пащенко, О. А. (2023). Буріння нафтових свердловин із розширенням.
2. Pashchenko, O. A., Khomenko, V. L., Ratov, B. T., Koroviaka, Ye. A., & Rastsvietaiev, V. O. (2024). Comprehensive approach to calculating operational parameters in hydraulic fracturing. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1415(1), 012080. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012080
3. Ratov, B. T., Mechnik, V. A., Bondarenko, N. A., Kolodnitsky, V. N., Khomenko, V. L., Sundetova, P. S., Korostyshevsky, D. L., Bayamirova, R. U., & Makyzhanova, A. T. (2024). Increasing the durability of an impregnated diamond core bit for drilling hard rocks. SOCAR Proceedings, 1, 24–31. https://doi.org/10.5510/ogp20240100936
4. Bekeshova, Z. B., Ratov, B. T., Sudakov, A. K., Kozhakhmet, K. A., & Sudakova, D. A. (2024). Assessment of the oil and gas potential of the eastern edge of the northern Ustyurt using new geophysical data. Natsional'nyi Hirnychyi Universytet. Naukovyi Visnyk, (5), 5-11.
5. Zholbassarova, A. T., Bayamirova, R. Y., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Togasheva, A. R., Sarbopeyeva, M. D., Tabylganov, M. T., Saduakasov, D. S., Gusmanova, A. G., & Koroviaka, Ye. A. (2024). Development of technology for intensification of oil production using emulsion based on natural gasoline and solutions of nitrite compounds. SOCAR Proceedings, 2, 48–55. https://doi.org/10.5510/OGP20240200965
6. Oleksandr Pashchenko; Boranbay Ratov; Volodymyr Khomenko; Aigul Gusmanova; Elmira Omirzakova. (2024). Methodology for optimizing drill bit performance. Proceedings of 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024, Volume 24, Issue 1.1. https://doi.org/10.5593/sgem2024/1.1/s06.78
7. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Ye A., Pavlychenko, A.V., Rastsvietaiev, V.O., Askerov, I.K. (2023). Determining key features of the operation of percussion downhole drilling machines. ICSF-2023. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1245 (2023) 012053. doi:10.1088/1755-1315/1254/1/012053
8. Коровяка, Є.А., Ігнатов, А.О., Расцвєтаєв, В.О. (2021). Особливості бурових робіт при інженерних вишукуваннях і підготовці територій. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 24, 102-113.http://www.ism.kiev.ua/images/24_2021.pdf

ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА ПОШУКОВО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бондар Євгеній Олександрович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Пошуково-експлуатаційна свердловина посідає особливе місце в системі геологорозвідувальних робіт, оскільки поєднує в собі функції пошуку нових покладів вуглеводнів та їх подальшої промислової експлуатації. Така свердловина споруджується на перспективних ділянках після отримання попередніх позитивних даних геофізичних досліджень і має на меті не лише підтвердити наявність нафти або газу, але й забезпечити довготривалий видобуток із мінімальними додатковими витратами на будівництво окремих розвідувальних і експлуатаційних об'єктів. Вертикальна форма стовбура, попри активний розвиток технологій спрямованого та горизонтального буріння, залишається економічно виправданою для більшості родовищ із простими тектонічними умовами, невеликими кутами падіння пластів та відсутністю необхідності розкриття тонких пропластків на великій площі. У таких випадках вертикальна конструкція забезпечує найменшу металоємність, найнижчі витрати на метр проходження та найбільшу надійність кріплення, що є критично важливим при переході від стадії пошуку до стадії експлуатації.

Проєктування конструкції пошуково-експлуатаційної свердловини здійснюється за загальними правилами для розвідувальних об'єктів, але з обов'язковим урахуванням вимог до довготривалої експлуатації. Конструкція свердловини являє собою схему її улаштування, в якій зазначаються зміна діаметрів буріння з глибиною, діаметри та глибини спуску колон обсадних труб, а також місця і способи тампонування затрубного простору. Для пошукових свердловин інформація про зони ускладнень здебільшого недостатньо достовірна, тому конструкція закладається з певним запасом міцності, передбачаючи додаткові проміжні колони на випадок непередбачених геологічних перешкод. Проєктування виконується знизу вгору, починаючи з вибору кінцевого діаметра буріння, який має забезпечити одержання якісної проби породи в необхідній кількості та проведення комплексу намічених досліджень. В експлуатаційній колоні згодом буде встановлено насосне обладнання для підйому рідини, тому її діаметр має бути достатнім для цього. Конструкція свердловини забезпечує надійну ізоляцію водоносних горизонтів і роз'єднання всіх пластів, що перетинаються, що особливо важливо для запобігання перетіканню флюїдів та забрудненню навколишнього середовища.

Безпосереднє спорудження пошуково-експлуатаційної свердловини виконується ступенево, з поступовим зменшенням діаметра буріння з глибиною, що зумовлено необхідністю кріплення стінок обсадними колонами. Початковий діаметр нафтових і газових свердловин, як правило, не перевищує 900 мм, але може бути й більшим у випадку складних геологічних умов або великих глибин. Технологічний процес включає буріння чергового інтервалу, спуск обсад-

ної колони відповідного діаметра та її цементування, після чого буріння продовжується меншим долотом. Для пошуково-експлуатаційних свердловин характерним є використання колонкового способу буріння в інтервалах, де необхідний суцільний відбір керна, та безкернового — у добре вивчених частинах розрізу. Вибір породоруйнівного інструменту (лопатеві, шарошкові або алмазні долота) залежить від міцності та абразивності гірських порід, а також від глибини та температури вибою. Важливою особливістю є підвищена увага до збереження колекторських властивостей пластів при бурінні — застосовуються спеціальні промивальні рідини, які мінімізують проникнення фільтрату та глинистої кірки в пори породи.

Особливістю пошуково-експлуатаційних свердловин є те, що вони мають забезпечувати можливість проведення в них повного комплексу геофізичних досліджень (ГДС) у відкритому стовбурі, а після спуску експлуатаційної колони – через неї. Це вимагає, щоб внутрішній діаметр останньої колони дозволяв пропускати стандартні каротажні прилади, а конструкція башмака та фільтра була адаптована для спуску глибинних насосів та іншого обладнання. Геофізичні дослідження дають змогу вирішувати широке коло завдань: літологічне розчленування розрізу, виділення колекторів, визначення їх пористості та проникності, характеру насичення, оцінку якості цементування обсадних колон. Для пошукових свердловин важливим є також проведення гідродинамічних досліджень (дослідних відкачувань або випробувань пластів) для визначення продуктивних характеристик, які слугують основою для підрахунку запасів та проєктування системи розробки.

Після завершення буріння та кріплення свердловина передається в експлуатацію. Цей етап передбачає оформлення паспорта свердловини, який містить всі дані про її конструкцію, глибини спуску колон, результати геофізичних досліджень та випробувань. Особливістю пошуково-експлуатаційних свердловин є те, що вони не підлягають ліквідації після завершення розвідки, а одразу включаються до фонду видобувних, що вимагає особливої ретельності при виконанні всіх технологічних операцій та забезпеченні герметичності кріплення на тривалий термін. Контроль якості цементування за допомогою акустичних методів (CBL/VDL) дозволяє виявити наявність каналів або неякісного зчеплення з породою, що є обов'язковою умовою приймання свердловини. Такий системний підхід до будівництва пошуково-експлуатаційних вертикальних свердловин забезпечує отримання максимального обсягу достовірної геологічної інформації при мінімальних інвестиціях та створює надійну основу для подальшої розробки родовища.

Перелік посилань

1. Bekeshova, Zh.B., Ratov, B.T., Kurmanov, B.K., Khomenko, V.L., Kuttybayev, A.E., Kazimov, E.A., Rastsvietaiev, V.O., & Ishkov, V.V. (2024). Study of the clinoform structure of Paleogene gas reservoirs in the Ustyurt region. SOCAR Proceedings, 2, 3–11. http://dx.doi.org/10.5510/OGP20240401011

INCREASING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS

Dnipro University of Technology

Dmytro Bondarenko, Student 185-23sk-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev**

Electric centrifugal pumps (ECPs) are machines designed for pumping liquids by imparting kinetic and potential energy through centrifugal force [1, 2]. They are widely used in the oil production, oil refining, chemical, and water supply industries [3].

The main advantages of ECPs include simplicity of design, high performance, the ability to operate continuously over extended periods, and ease of maintenance and repair [4]. However, they also have certain disadvantages, such as sensitivity to variations in the properties of the pumped fluid, increased wear under abrasive or corrosive conditions, and limited efficiency under unstable operating regimes [5].

Challenging operating conditions arise in cases involving high concentrations of abrasive particles; pumping of aggressive or high-viscosity fluids; unstable hydraulic regimes (pressure fluctuations and turbulent flows); elevated temperatures or pressures; and frequent starts and stops of the pump. These conditions result in accelerated wear of the impeller and casing, a decrease in pump efficiency, an increased likelihood of failures, and higher costs for maintenance and energy consumption.

The efficiency of ECP operation under such conditions can be improved through the following approaches: design optimization (use of wear-resistant materials for the impeller and casing; modification of the hydraulic geometry of the impeller for handling abrasive fluids; selection of optimal diameters and clearances between working elements); operational optimization (control of motor rotational speed; smooth regulation of head and flow rate; installation of protection systems against dry running, overheating, and cavitation); maintenance-related technological solutions (implementation of condition monitoring systems, including pressure, vibration, and temperature sensors; scheduled replacement or repair of worn components; use of modern lubricants and cooling systems); integrated approach (combination of design, operational, and organizational measures; adaptation of operating regimes to specific pumping conditions; evaluation of the economic efficiency of implemented measures).

Key influencing factors include the properties of the pumped fluid–viscosity, abrasiveness, and corrosiveness; environmental conditions–temperature, humidity, and the presence of aggressive media; the technical condition of the pump–wear, assembly accuracy, and impeller balancing; as well as operational and organizational factors–frequency of start-ups, operating режим, and maintenance scheduling. A comprehensive assessment of these factors allows for the identification of critical weaknesses and the selection of optimal efficiency improvement strategies.

The operation of ECPs under challenging conditions is both economically and

technically demanding. Insufficient efficiency leads to increased energy consumption, more frequent downtime and repairs, reduced equipment lifespan, and decreased safety of industrial processes. Therefore, the development of methods to improve operational efficiency remains a relevant task for modern industry.

Electric centrifugal pumps are essential machines for liquid transportation in the oil, gas, and chemical industries. Adverse operating conditions–such as abrasiveness, high temperatures, and pressure instability–reduce both efficiency and service life. To enhance performance, design improvements, operational optimization, monitoring systems, and scheduled maintenance are employed. An integrated approach significantly increases reliability, service life, and economic efficiency of electric centrifugal pumps.

References

1. Mohammadi Z., Heidari F., Fasamanesh M., Saghafian A., Amini F., Jafari S. Centrifugal Pumps. 2023. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818585-8.00001-5

2. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

3. Wang L., Long Z., Gu T., Ju F., Zhen H., Luan H., Xiu G., Tang Z. Emerging Pollutants as Chemical Additives in the Petroleum Industry: A Review of Functional Uses, Environmental Challenges and Sustainable Control Strategies. Sustainability. 2025. Vol. 17, No. 19, p. 8559. https://doi.org/10.3390/su17198559

4. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

5. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

INCREASING THE EFFICIENCY OF OIL GAS PREPARATION PROCESSES

Dnipro University of Technology

Nelia Bratash, Student 185-22z-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev**

Oil gas is a gaseous mixture released together with crude oil at production fields [1, 2]. It primarily consists of methane (CH_4), ethane (C_2H_6), propane (C_3H_8), butane (C_4H_{10}), and minor impurities such as CO_2, H_2S, and N_2 [3].

Preparation involves removing mechanical impurities, water, and hydrocarbon liquids; separating the gas and condensate fractions; controlling harmful impurities (H_2S, CO_2); and maintaining the required pressure and temperature for safe transportation and utilization [4, 5]. This stage is critical for the safe operation, transport, and further use of oil gas [6, 7].

Main Technological Processes of Oil Gas Preparation:

1. Mechanical Cleaning – separation of moisture and solid particles using separators and filters.
2. Gas Drying – removal of water vapor via adsorption or absorption; prevents hydrate formation and pipeline corrosion.
3. Impurity Removal – absorption of CO_2 and H_2S (amine treatment); control of toxic and corrosive components.
4. Condensation and Liquid Fraction Separation – extraction of gas condensate for further use; improves gas purity before transport.
5. Compression and Pressure Regulation – ensures transport through main pipelines and stabilizes pressure for downstream equipment.

Inefficient gas preparation can lead to: increased losses of gas and condensate, risk of corrosion and hydrate blockages, higher energy consumption for compression and heating, and reduced safety of technological processes.

Key Factors Affecting Efficiency: Composition and quality of gas from the well; Efficiency of separators, absorbers, and dryers; Operating modes of compressor units; Integration of preparation processes with transportation and storage.

Modern Methods to Improve Efficiency: Optimization of Technological Schemes (integrated preparation units where multiple processes occur sequentially and interactively; modular units adaptable to different gas compositions); Automated Control Systems (sensors for gas composition, pressure, and temperature; systems for automated reagent injection and process regulation); Energy-Saving Technologies (heat recovery during condensation; optimization of compressor operation; use of energy-efficient pumps and turbines); Innovative Materials and Catalysts (high-performance sorbents and membranes for drying and impurity removal; novel catalysts for gas purification); Modeling and Digital Technologies (computer simulation of processes to select optimal operating modes; prediction of condensate and impurity formation; digital monitoring of parameters on actual equipment).

Factors Enhancing Efficiency: Gas composition and physicochemical

properties – paraffin content, H_2S, CO_2, moisture; Equipment design – effectiveness of separators, absorbers, and dryers; Operating conditions – temperature, pressure, and flow rates; Control and monitoring systems – automation and digitalization; Implementation of modern technologies – energy-efficient and environmentally safe treatment methods.

Oil gas preparation is a key process ensuring safe transportation and utilization. Efficiency is determined by gas composition, equipment, operating conditions, and control methods. Modern technologies, including process optimization, automation, energy-saving solutions, innovative materials, and digital modeling, enable reduction of gas losses, increased operational safety, and decreased operating costs. A comprehensive approach ensures reliable and efficient operation of preparation units.

References

1. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

2. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

3. Kayadelen H. Effect of Natural Gas Components on Its Flame Temperature, Equilibrium Combustion Products and Thermodynamic Properties. Journal of Natural Gas Science and Engineering. 2017. Vol. 45, pp. 456–473. https://doi.org/10.1016/j.jngse.2017.05.023

4. Burova M. Y., Yatskevich O. O., Varavina O. P. Technologies for Gas and Condensate Collection and Preparation: Training Manual for Students of Specialty 185 «Oil and Gas Engineering and Technology». Kharkiv: NTU «KhPI», 2024. 196 p. – Endorsed by Prof. Dr.-Ing. I. M. Fyk.

5. Cesar R., Marques P. J. L., Tavares J. R. A., Antunes F. C., Gonçalves J. M., Vicentini R., Cavallari M. R., Brandão B. B. N. S., Hunt J. D., Doubek G., Zanin H. G. Biogas Refining: A Review on Advances in Metal-Oxide-Modified Activated Carbon for H2S and CO2 Removal. Energy & Fuels. 2025. Vol. 39, No. 1, pp. 39–71. https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.4c03493

6. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

7. Chen C., Li C., Reniers G., Yang F. Safety and Security of Oil and Gas Pipeline Transportation: A Systematic Analysis of Research Trends and Future Needs Using WoS. Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 279, p. 123583. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123583

АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН НА ПРИЛУЦЬКОМУ РОДОВИЩІ НАФТИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Булига Андрій Олександрович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

Прилуцьке нафтове родовище є одним із важливих об'єктів нафтогазовидобувної галузі України, що характеризується складними геолого-технічними умовами буріння свердловин. Аналіз цих умов має ключове значення для підвищення ефективності спорудження свердловин та зниження виробничих ризиків.

Геологічна будова родовища представлена складною брахіантиклінальною структурою, ускладненою тектонічними порушеннями. Наявність розломів значно ускладнює прогнозування геологічного розрізу під час буріння.

Стратиграфічний розріз включає відклади різного віку – від девонських до четвертинних. Основні продуктивні горизонти приурочені до кам’яновугільних відкладів, які представлені чергуванням пісковиків, алевролітів і глин [1-7].

Літологічна неоднорідність розрізу є важливим фактором, що впливає на процес буріння. Чергування твердих і слабкоцементованих порід спричиняє нестійкість стінок свердловини, що може призводити до обвалів та прихоплень бурильного інструменту [8,9].

Глибина буріння свердловин на родовищі становить у середньому 1800–4000 м, що обумовлює підвищені температури та тиски. Це потребує застосування спеціальних бурових розчинів із регульованими реологічними та фільтраційними властивостями [10].

Однією з основних проблем є наявність зон поглинання бурового розчину. Вони пов’язані з тріщинуватими та високопроникними пластами, що призводить до втрат циркуляції та ускладнення процесу буріння [11,12].

Також характерною особливістю є можливість виникнення газонафтоводопроявів. Це вимагає ретельного контролю за параметрами бурового розчину та застосування протифонтанного обладнання.

Фізико-механічні властивості гірських порід змінюються по розрізу, що впливає на вибір доліт, режимів буріння та швидкість проходки. У твердих породах спостерігається зниження механічної швидкості буріння, тоді як у пухких – підвищується ризик ускладнень.

Важливим аспектом є вибір конструкції свердловини. Необхідно забезпечити надійну ізоляцію водоносних горизонтів, запобігти міжпластовим перетокам та забезпечити стабільність стовбура свердловини.

Для підвищення ефективності буріння застосовуються сучасні технології, зокрема використання інгібованих бурових розчинів, полімерних систем, а також оптимізація гідравлічних параметрів промивання.

Особлива увага приділяється цементуванню обсадних колон. Якість цементування визначає герметичність свердловини та довговічність її експлуата-

ції.

Складні геолого-технічні умови буріння на Прилуцькому родовищі вимагають комплексного підходу, що включає геологічне моделювання, оптимізацію технологічних параметрів та застосування сучасного обладнання [13,14].

Таким чином, ефективне буріння свердловин на родовищі можливе лише за умов урахування всіх геолого-технічних факторів, що дозволяє мінімізувати ризики, підвищити швидкість буріння та забезпечити економічну ефективність робіт.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем'як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем'як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Hennadii Hapich, Alina Zahrytsenko, Andrii Sudakov, Artem Pavlychenko, Sergiy Yurchenko, Diana Sudakova & Iryna Chushkina (2024). Prospects of alternative water supply for the population of Ukraine during wartime and post-war reconstruction, International Journal of Environmental Studies. https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296781

9. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

10. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

11. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

12. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

13. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

14. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

РОЗРОБКА МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З КОРОЗІЙНИМ РУЙНУВАННЯМ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бут Богдан Анатолійович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Корозійне руйнування вертикальних сталевих резервуарів (ВСР) є одним із головних чинників, що обмежують їхній безпечний термін експлуатації та зумовлюють значні економічні та екологічні ризики. Як свідчить практика, аварії на таких об'єктах, спричинені корозією, можуть призводити до втрат, що в сотні разів перевищують початкову вартість їх спорудження. Вертикальні сталеві резервуари, призначені для зберігання нафти, нафтопродуктів, води та хімічних речовин, функціонують у складних умовах, де їхні внутрішні та зовнішні поверхні зазнають впливу різноманітних агресивних середовищ, що робить проблему розробки та впровадження ефективних методів боротьби з корозією надзвичайно актуальною.

Процеси корозії у ВСР можуть протікати за різними механізмами, що визначає стратегію вибору захисних заходів. Залежно від механізму перебігу розрізняють хімічну та електрохімічну корозію. Хімічна корозія виникає внаслідок прямої взаємодії металу з агресивним середовищем без виникнення електричного струму, тоді як електрохімічна, яка є значно поширенішою, відбувається за наявності електроліту (наприклад, вологи) та супроводжується перенесенням зарядів. За характером руйнування металу виділяють рівномірну корозію, яка може руйнувати резервуари зі швидкістю до 1 мм на рік, та значно небезпечнішу локальну корозію. До локальних видів належать виразкова, точкова, корозія плямами та міжкристалітна корозія, яка руйнує границі зерен металу. Швидкість локальної виразкової корозії може сягати 8 мм на рік, що створює високий ризик швидкого наскрізного руйнування стінки резервуара. Умови для розвитку корозії створюються як усередині, так і ззовні резервуара. Внутрішня поверхня постійно контактує з газоповітряним середовищем, мінералізованою водою, нафтою та продуктами її переробки, агресивними хімікатами, а також піддається абразивному зносу через механічні домішки. Зовнішня ж поверхня піддається впливу кліматичних факторів (опади, температурні перепади, сонячна радіація) та корозійно-активних речовин у разі витоків. Сумісна дія дефектності, особливо зварних з'єднань, корозійного та корозійно-механічного руйнування та порушення режимів експлуатації призводить до того, що фактична довговічність обладнання часто є значно нижчою за встановлені амортизаційні терміни.

Для забезпечення надійного та довготривалого захисту ВСР від корозійного руйнування розроблено та впроваджено комплекс методів, які умовно поділяють на пасивні та активні. Пасивні методи спрямовані на створення ізолюючого бар'єру між металом і агресивним середовищем, тоді як активні (електрохімічні) методи змінюють електрохімічний потенціал самої металевої конструкції. Пасивний захист є найбільш поширеним завдяки своїй технологічності та відносній дешевизні. Він включає підготовку поверхні та нанесення захис-

них покриттів. Підготовка поверхні, яка є критично важливим етапом, виконується за допомогою піскоструминної або дробоструминної обробки. Це дозволяє видалити оксиди, старі покриття та забруднення, а також створити необхідну шорсткість для забезпечення високої адгезії захисного шару. Для нанесення покриттів застосовується широкий спектр матеріалів: епоксидні покриття, які забезпечують високу стійкість до хімічного впливу та механічних навантажень; поліуретанові фарби, стійкі до ультрафіолетового випромінювання; цинкові покриття, що забезпечують протекторний захист, та бітумні матеріали, які часто використовуються для підземних споруд. Ефективним пасивним методом також є металізація — нанесення шару іншого металу (наприклад, цинку), який, маючи більш негативний електродний потенціал, виступає в ролі анода і руйнується сам, захищаючи основний метал. Для досягнення максимального ефекту часто застосовують комбіноване покриття, яке складається з металізованого шару та шару лакофарбового матеріалу. Вибір конкретного типу покриття регламентується чинними нормативними документами, зокрема ДСТУ 7703:2015, який встановлює загальні технічні вимоги до організації та виконання робіт з протикорозійного захисту сталевих резервуарів на всіх стадіях їх життєвого циклу — від проєктування до експлуатації та капітального ремонту.

Активні методи захисту, або електрохімічний захист, застосовуються, як правило, для підземних резервуарів та резервуарів, що контактують з водою або ґрунтом, де дія пасивних покриттів може бути обмежена через пори або механічні пошкодження. Цей метод запобігає корозії металу шляхом підключення його до зовнішнього джерела струму або до жертвенного анода. У практиці ВСР найбільшого поширення набув протекторний захист, що передбачає встановлення на конструкцію протекторів (зазвичай із цинку, магнію або алюмінієвих сплавів), які, маючи більш негативний потенціал, руйнуються, захищаючи основний метал. Він особливо ефективний у поєднанні з ізолюючим покриттям, оскільки захищає метал у місцях можливих дефектів покриття. Другим різновидом є катодний захист із використанням зовнішнього джерела струму. У цій схемі резервуар приєднується до негативного полюса джерела постійного струму, стаючи катодом, а анодом слугують нерозчинні електроди, закладені в ґрунт. Цей метод дозволяє забезпечити захист навіть за відсутності покриття, але потребує постійного контролю та джерела енергії. Варто зазначити, що системи катодного захисту широко застосовуються для захисту стаціонарних нафтогазопромислових споруд та сховищ.

Вибір та реалізація методів боротьби з корозією неможливі без якісної та своєчасної діагностики, яка дозволяє оцінити поточний технічний стан резервуара та спрогнозувати його подальшу працездатність. Згідно з вимогами, ВСР як об'єкти підвищеної небезпеки підлягають обов'язковому технічному діагностуванню. Комплексне діагностування включає вивчення проєктної та експлуатаційної документації, інструментальне обстеження стану фундаменту та основи, а також обстеження стану металоконструкцій методами неруйнівного контролю з метою виявлення дефектів та пошкоджень у конструкційних елементах та зварних з'єднаннях. Серед методів неруйнівного контролю найбільшого поширення набули ультразвукова товщинометрія для визначення залишкової товщи-

ни стінки, магнітопорошковий та капілярний контроль для виявлення поверхневих тріщин, а також радіографічний контроль зварних швів. Для дослідження напружено-деформованого стану обладнання використовуються також перспективні магнітометричні методи, засновані на вимірюванні власного магнітного потоку розсіювання металу. Результатом діагностування є оцінка технічного стану, обґрунтування придатності резервуара для подальшої експлуатації та визначення строку чергового діагностування. Метою розробки комплексних систем є перехід від періодичних оглядів до безперервного структурного моніторингу, що дозволяє відстежувати зародження та розвиток корозійних дефектів у реальному часі.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що успішна боротьба з корозійним руйнуванням вертикальних сталевих резервуарів можлива лише на основі системного підходу, який поєднує використання пасивних та активних методів захисту. Перспективним є комплексний захист, що базується на оптимальному поєднанні високоякісних ізолюючих покриттів з електрохімічними методами, що дозволяє мінімізувати недоліки кожного з них. Ефективність застосування цих методів нерозривно пов'язана з якістю передремонтної діагностики із застосуванням сучасних методів неруйнівного контролю, яка дає змогу виявити початкові стадії корозійних пошкоджень. Подальший розвиток досліджень у цій галузі має бути спрямований на розробку нових багатофункціональних покриттів із самовідновлювальними властивостями, вдосконалення систем катодного захисту з адаптивним керуванням та широке впровадження технологій цифрового моніторингу, що забезпечить перехід до прогнозованого обслуговування резервуарного парку. Це, у свою чергу, дозволить суттєво підвищити надійність, безпеку та економічну ефективність експлуатації вертикальних сталевих резервуарів.

Перелік посилань

1. Давиденко, О. М., Расцвєтаєв, В. О., Дмитрук, О. О., & Коровяка, В. Є. (2021). Особливості деяких взаємодій, супроводжуючих циркуляційні процеси в бурових свердловинах. Інструментальне матеріалознавство, 24(1), 62-76.

2. Ihnatov, A., Haddad, J.S., Koroviaka, Ye., Aziukovskyi, O., Rastsvietaiev, V., Dmytruk, O. (2023). Study of Rational Regime and Technological Parameters of the Hydromechanical Drilling Method. Archives of Mining Sciences, 68(2), 285-299. https://doi.org/10.24425/ams.2023.146180

3. Lubenets, T.M., Koroviaka, Ye.A., Snigur, V.H., Tkachuk, A.V., Rastsvietaiev, V.O. (2023). Theoretical Model of Random Freight Flow Distribution in the Conveyor Transport Line of the Coal Mine. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (6), 12-18. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/012

4. Бубнов, Д. О., & Пащенко, О. А. (2024). Проведення міжпромислових газопроводів.

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДДАЧІ НА ПІЗНІХ СТАДІЯХ РОЗРОБКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Валко Андрій Сергійович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Нафтові родовища на пізніх стадіях розробки характеризуються низкою складних технічних викликів, які роблять традиційні методи видобутку дедалі менш ефективними. Після завершення первинних (фонтанний, газліфтний, насосний) та вторинних (заводнення, підтримання пластового тиску) методів, у надрах залишається значна частка початкових запасів — за різними оцінками, від 35 до 55% нафти, що становить глобальний потенціал у 2–4 трильйони барелів. Ця залишкова нафта є головною ціллю третинних методів, або методів підвищення нафтовіддачі (Enhanced Oil Recovery, EOR). Розробка технічних рішень для ефективного застосування EOR у виснажених колекторах потребує глибокого розуміння геологічної неоднорідності, складної просторової локалізації залишкових вуглеводнів, високої обводненості продукції, втрат пластової енергії та необхідності мінімізації впливу на довкілля. Сучасний світовий досвід пропонує цілий спектр технологій, що базуються на хімічних, газових, термічних та мікробіологічних методах впливу на пласт, а також на їх раціональному комбінуванні в рамках інтегрованих підходів.

Хімічне підвищення нафтовіддачі є одним із найбільш розвинених і широко впроваджуваних напрямків, особливо для високообводнених теригенних колекторів. Основою цього підходу є закачування в пласт спеціально підібраних реагентів, які покращують як макроскопічне охоплення пласта витісненням, так і мікроскопічне витіснення нафти з пор. Полімерне заводнення, зокрема з використанням гідролізованого поліакриламіду (HPAM), спрямоване на збільшення в'язкості закачуваної води та зменшення співвідношення рухливостей нафти і води, що дозволяє покращити фронтальне охоплення, згладити прориви по високопроникних пропластках та суттєво підвищити коефіцієнт витіснення. Однак ефективність полімерів значно знижується в умовах високих температур та високої мінералізації через деградацію полімерних ланцюгів. Тому для жорстких умов розробляються нові термостійкі та солестійкі полімери, зокрема сульфоновані полімери, ксантанова камедь та інші біополімери. Значно більш ефективним, але й технологічно складнішим є застосування поверхневоактивних речовин (ПАР). Головною функцією ПАР є зниження міжфазного натягу на межі нафта-вода, що дозволяє мобілізувати залишкову нафту, яка утримується капілярними силами. Сучасні дослідження показують, що зміна змочуваності породи з нафтозмочувальної на водозмочувальну є надзвичайно перспективним механізмом, який може забезпечити значний додатковий видобуток навіть після припинення закачування. Ключовим викликом при застосуванні ПАР є їх адсорбція на поверхні породи, що призводить до втрат реагенту та зниження ефективності процесу. Для мінімізації адсорбції та покращення контролю за рухливістю флюїдів розробляються композиційні склади: двокомпоне-

нтні системи «полімер-ПАР» (SP flooding) та трикомпонентні «луг-ПАР-полімер» (ASP flooding). Успішний приклад застосування такого комплексного підходу демонструють дослідження для гігантського високообводненого нафтового родовища в Казахстані, де вміст води в продукції перевищує 90%. Лабораторними дослідженнями на реальних кернах було доведено, що ретельно підібрана схема ASP дозволяє вилучити до 96% залишкової нафти, що на 11% більше, ніж при полімерному заводненні, і на 13% більше, ніж при закачуванні наночастинок з ПАР та полімером. Для карбонатних колекторів з високою температурою (понад 85°C) та високою мінералізацією (понад 100 000 ppm) розробляються спеціальні хімічні агенти. Наприклад, ПАР типу Guerbet alkoxycarboxylate демонструють стабільність при температурах понад 100°C, мінералізації до 275 000 ppm та забезпечують витіснення до 94,5% нафти з низькою адсорбцією 0,086 мг/г породи.

Газові методи підвищення нафтовіддачі базуються на закачуванні в пласт різних газів: вуглекислого газу (CO_2), азоту, димових газів або їх сумішей. Найбільшого поширення в останні роки набуло закачування CO_2, що зумовлено не лише високою ефективністю витіснення, але й можливістю одночасного вирішення екологічних завдань з утилізації парникового газу в рамках концепції CCUS (Carbon Capture, Utilization, and Storage). Механізм підвищення нафтовіддачі при закачуванні CO_2 полягає у масоперенесенні, розчиненні та дифузії газу в нафті, що призводить до її набухання, зниження в'язкості та зменшення міжфазного натягу. Для досягнення максимальної ефективності необхідно створити умови для змішуваного витіснення, коли між газом та нафтою зникає межа розділу фаз, що досягається при тиску не нижчому за мінімальний тиск змішування (minimum miscibility pressure, MMP). Однак основним недоліком безперервного закачування газу є низьке охоплення пласта через гравітаційне розшарування, переважне просування по високопроникних каналах та передчасний прорив газу до видобувних свердловин — польові дослідження показують, що прорив може наставати вже після закачування 30% порового об'єму. Для боротьби з цим явищем розроблено технологію циклічного закачування «Huff-n-Puff», яка передбачає почергове нагнітання газу в пласт, період витримки та видобуток. Подальшим розвитком є хімічно стимульоване CO_2-заводнення, де до вуглекислого газу додають невеликі кількості (0,01-0,1 мас.%) ПАР або полімерів для контролю рухливості та піноутворення, що дозволяє збільшити в'язкість газової фази та покращити охоплення пласта. Перспективною є технологія полімер-альтернуючого-газу (CO_2-PAG), яка демонструє підвищену ефективність у неоднорідних системах порівняно з традиційним водогазовим впливом (WAG). Важливим напрямком є також застосування сірководневих газів (sour gas), які, попри свою токсичність та корозійну активність, можуть забезпечувати більш сприятливі умови змішування та витіснення, особливо в гетерогенних колекторах.

Термічні методи підвищення нафтовіддачі є основними для розробки родовищ важкої та бітумінозної нафти, де низька рухливість вуглеводнів зумовлена їх високою в'язкістю. Основна ідея полягає у внесенні тепла в пласт для зниження в'язкості нафти, що досягається закачуванням водяної пари. Тради-

ційними технологіями є циклічне паротеплове оброблення (Cyclic Steam Stimulation, CSS), яке складається з трьох стадій — закачування пари, витримки (пропарювання) та видобутку, та паротеплове заводнення (steam flooding). Для надзвичайно в'язких нафт і бітумів, зокрема в канадських пісковиках, розроблено технологію парогравітаційного дренування (Steam Assisted Gravity Drainage, SAGD), яка передбачає буріння пари горизонтальних свердловин та дозволяє досягти високих коефіцієнтів вилучення. Однак більшість традиційних паротеплових проектів у світі вже вступили в стадію виснаження, і постає завдання подальшого підвищення нафтовіддачі після паротеплового впливу. Перспективними напрямками є комбіновані технології: термальні з використанням розчинників (thermal-solvent), які дозволяють знизити паронафтовий фактор та підвищити енергоефективність; термальні з неконденсованими газами (thermal-NCG), такими як азот або димові гази, для підтримки тиску та покращення охоплення; та термохімічні процеси (thermal-chemical), де до пари додають ПАР, полімери або піноутворювачі для збільшення охоплення. Успішні польові проекти з впровадження термальних технологій реалізовані в багатьох регіонах світу, включаючи родовища Північної Африки (басейн Бахрейну), Південно-Східної Азії (басейн Бохайвань у Китаї), та на шельфі Республіки Конго. В оманському родовищі, яке є одним із найглибших та найскладніших термальних об'єктів у світі, застосування комплексу заходів з оптимізації закачування пари, управління водовідбором та модернізації свердловинного обладнання дозволило збільшити чисте видобування нафти на 25% протягом шести місяців.

Мікробіологічне підвищення нафтовіддачі (Microbial Enhanced Oil Recovery, MEOR) є відносно молодим, але надзвичайно перспективним напрямком, який привертає дедалі більше уваги завдяки своїй екологічності та низькій вартості. Метод базується на закачуванні в пласт спеціально підібраних мікроорганізмів або поживних речовин для стимуляції аборигенної мікрофлори, які в процесі життєдіяльності продукують біогаз, біоповерхнево-активні речовини, біополімери та органічні кислоти. Ці продукти метаболізму сприяють зниженню міжфазного натягу, зміні змочуваності породи, частковому блокуванню високопроникних каналів та зниженню в'язкості нафти. Критичний огляд 47 польових випробувань MEOR у 21 країні світу підтверджує значний позитивний вплив цієї технології на підвищення нафтовіддачі як у пісковикових, так і в карбонатних колекторах. Особливо вражаючим є успішний пілотний проект у Єгипті (затока Суец), де MEOR було застосовано для видобутку важкої нафти (14° API, в'язкість 600 cP) в екстремальних умовах глибокого резервуара (11 250 футів, 290°F, мінералізація 190 000 ppm). Після закачування 160 барелів спеціально ферментованих добрив та триденної витримки, в'язкість нафти знизилася з 630 cP до 390 cP, вміст асфальтенів зменшився з 14,5% до 9,6%, а додатковий видобуток нафти склав 412 барелів на день. Цей проект довів, що MEOR може бути ефективним навіть у тих умовах, де традиційні методи EOR є технічно або економічно недоцільними. Подальші дослідження MEOR зосереджені на використанні галофільних бактерій для застосування в умовах високої мінералізації, оптимізації концентрації біомаси для досягнення балансу між зниженням проникності та ефективністю витіснення, а також на розробці ефек-

тивних біосурфактантів рослинного походження, які є нетоксичними та біологічно розкладними.

Важливим сучасним трендом є інтеграція різних методів підвищення нафтовіддачі в рамках єдиної технологічної схеми, що дозволяє синергічно поєднати переваги кожного з них та компенсувати їхні недоліки. Такими гібридними підходами є, зокрема, комбінація паротеплового впливу з закачуванням розчинників або ПАР, інтеграція CO_2-заводнення з полімерним або пінним контролем рухливості, а також поєднання мікробіологічних методів з хімічними або фізичними для створення багатофункціональних систем впливу. У Китаї для глибоких ультраважких нафтових родовищ застосовується технологія HDCS, що поєднує горизонтальні свердловини (H), знижувачі в'язкості (D), CO_2 (C) та пару (S) для досягнення максимального ефекту. Значну роль у підвищенні ефективності EOR відіграють нанотехнології. Додавання наночастинок (наприклад, діоксиду кремнію, оксиду алюмінію) до хімічних складів дозволяє зменшити адсорбцію ПАР та полімерів, покращити їхню термостабільність та забезпечити додатковий клиноподібний тиск для відриву нафти від поверхні пор. Перспективним є використання нанофлюїдів як самостійних агентів для зміни змочуваності та зниження міжфазного натягу на нанорівні, що особливо актуально для низькопроникних колекторів та зон з залишковою нафтою, розподіленою в мікропорах.

Успішне впровадження будь-якого методу підвищення нафтовіддачі на пізніх стадіях розробки є неможливим без ретельного аналізу та моделювання, які дозволяють врахувати складну просторову локалізацію залишкової нафти. Сучасні підходи до тонкого моделювання залишкового нафтонасичення базуються на інтеграції даних 3D-сейсміки, геостатистики та промислової геології для створення високодеталізованих цифрових моделей, що відображають не лише літологічну неоднорідність, але й історію витіснення та фільтраційні потоки. Цифрова трансформація процесів управління розробкою включає створення інтелектуальних систем моніторингу та оптимізації заводнення (smart injection-production optimization), які на основі даних в реальному часі дозволяють адаптивно регулювати параметри закачування для максимального охоплення пласта витісненням. Лише поєднання глибокого наукового розуміння фізико-хімічних механізмів витіснення, сучасних цифрових технологій моделювання та адаптивного управління, а також гнучких інтегрованих технологічних схем дозволяє розробити ефективні технічні рішення для застосування методів підвищення нафтовіддачі на виснажених родовищах. Подальший прогрес у цій галузі очікується завдяки розвитку нанотехнологій, біотехнологій та методів штучного інтелекту для прогнозування та оптимізації складних багатофазних процесів.

Перелік посилань

1. Aziukovskyi, O., Koroviaka, Y., & Ihnatov, A. (2023). Drilling and operation of oil and gas wells in difficult conditions

УСУНЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ДЕФЕКТІВ НА ДІЛЯНЦІ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Варданян Єрікназ Торніківна, група 185-23зск-1
***Науковий керівник:* к.п.н., доцент Калюжна Т.М.**

Усунення корозійних дефектів на ділянці магістрального нафтопроводу є одним із найбільш відповідальних завдань у системі трубопровідного транспорту, оскільки саме корозія залишається головною причиною відмов і аварій на лінійній частині. За даними аналізу, більшість експлуатованих в Україні магістральних нафтопроводів були споруджені ще в минулому столітті, і значна їх частина вже вичерпала свій нормативний ресурс, що супроводжується накопиченням численних дефектів корозійного характеру. Як показує світова практика, вже після 8-10 років експлуатації в стінках трубопроводу товщиною 8 мм можуть утворюватися перші наскрізні проіржавіння, а локальна швидкість руйнування металу на окремих ділянках у 20 разів перевищує середні значення, що досягає 1 мм на рік. Ефективність заходів з усунення цих дефектів безпосередньо впливає на промислову та екологічну безпеку цілих регіонів, тому розробка та впровадження досконалих технологій ремонту залишається пріоритетним напрямком наукових досліджень у галузі.

Процес усунення корозійних пошкоджень розпочинається з ретельного діагностування, яке забезпечує доступ до внутрішньої і зовнішньої поверхні труби та надає можливість оцінити реальний стан конструкції. За результатами внутрішньотрубної діагностики виявляються зовнішні та внутрішні дефекти, включаючи корозійні, тріщини та геометричні відхилення. Цей етап виконується відповідно до ДСТУ 8753:2017, який встановлює класифікацію дефектів та основні вимоги до порядку ремонтних робіт. Комплексне обстеження включає також інструментальний контроль стану металу, визначення залишкової товщини стінки та оцінку напружено-деформованого стану ділянки. Отримані дані стають основою для вибору раціональної технології ремонту, яка має забезпечити повне відновлення несучої здатності трубопроводу та його довготривалий захист від повторного корозійного руйнування. Сучасний арсенал методів усунення корозійних дефектів включає як традиційні технології, пов'язані із заміною пошкоджених ділянок, так і прогресивніші підходи, що дозволяють виконувати ремонт без зупинки перекачування нафти. Для локальних пошкоджень невеликої глибини застосовують шліфування або наплавлення дефектів, причому для останнього використовують спеціальні порошкові електроди, які забезпечують формування структури марганцевого аустеніту з дисперсними включеннями дибориду титану. Механічні випробування зразків із заплавленими дефектами свідчать, що їх міцність при розтягу є вищою на 30% порівняно із зразками, які не підлягали ремонту. При більш значних корозійних втратах металу, особливо при наскрізних дефектах, широко застосовуються механічні затискачі та ремонтні муфти, які встановлюються безпосередньо на пошкоджену ділянку. Такі муфти, як правило, складаються з двох напівобічайок, що зва-

рюються між собою по поздовжніх швах після попереднього очищення поверхні труби, а для забезпечення щільного контакту використовують технологію механічного обтиску або попереднього підігріву. Цей метод забезпечує повну ізоляцію дефекту та здатний витримувати високий робочий тиск, що робить його придатним для використання на магістральних нафтопроводах без зупинки перекачування продукту.

Після виконання механічного відновлення цілісності труби критично важливим є нанесення нового ізоляційного покриття, яке забезпечує довготривалий пасивний захист від корозії. Згідно з ДСТУ 7703:2015, загальні вимоги до організації та виконання протикорозійних робіт охоплюють як підготовку поверхні, так і вибір типу покриття залежно від умов експлуатації. Технологія капітального ремонту із заміною ізоляції без підняття трубопроводу, розроблена для діаметрів від 530 мм до 1220 мм, дозволяє значно скоротити обсяги земляних робіт та зменшити екологічне навантаження на прилеглі території. Поверхню труби попередньо очищають піскоструминним або дробоструминним методом до металевого блиску, після чого наносять один або декілька шарів захисного матеріалу – епоксидних, поліуретанових, бітумно-полімерних або композитних складів з високою адгезією та діелектричними властивостями. Важливою умовою є забезпечення суцільності та бездефектності покриття по всій відремонтованій ділянці, що контролюється за допомогою іскрових дефектоскопів.

Органічним доповненням до пасивного ізоляційного бар'єру є активний електрохімічний захист, який створює на поверхні металу катодну поляризацію та запобігає розвитку корозійних процесів у разі виникнення пошкоджень покриття. Для цього на ділянці нафтопроводу підтримують заданий захисний потенціал за допомогою станцій катодного захисту, які подають постійний струм на трубу від зовнішнього джерела, або жертвенних протекторів, що виготовляються з цинку, магнію або алюмінієвих сплавів. Система електрохімічного захисту повинна бути відновлена та перевірена після завершення ремонтних робіт, а її параметри – зафіксовані у виконавчій документації. Такий комплексний підхід, що поєднує якісне покриття з катодним захистом, дозволяє суттєво продовжити міжремонтний період та знизити ризик повторного виникнення корозійних дефектів на відремонтованій ділянці. Особливу увагу при організації ремонтних робіт слід приділяти забезпеченню промислової безпеки та охорони навколишнього середовища. Згідно з Правилами безпеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів, виявлені дефекти, що несумісні з подальшою безпечною експлуатацією, повинні бути негайно усунені. Виконання ремонту супроводжується організацією тимчасових об'їзних шляхів, встановленням попереджувальних знаків та огороджень, а також забезпеченням засобів індивідуального захисту персоналу. Під час робіт на діючому нафтопроводі обов'язково здійснюють постійний контроль за параметрами перекачування та герметичністю всіх з'єднань. Важливим є також запобігання потраплянню нафтопродуктів у ґрунт та водні об'єкти, що досягається шляхом встановлення бонових загороджень, організації котлованів для збору можливих витоків та використання сорбційних матеріалів. Після завершення всіх операцій виконують рекультивацію порушених земель та відновлення родючого шару ґрунту в межах будівельного майда-

нчика.

Таким чином, усунення корозійних дефектів на ділянці магістрального нафтопроводу є складним багатоетапним процесом, успіх якого визначається якістю передремонтної діагностики, правильним вибором технології механічного відновлення цілісності труби (від наплавлення до встановлення муфт), надійністю нового ізоляційного покриття та ефективністю системи електрохімічного захисту. Застосування сучасних методів внутрішньотрубної діагностики, розробка нових матеріалів для наплавлення та ізоляції, а також впровадження безтраншейних технологій ремонту створюють передумови для значного підвищення довговічності та безпеки нафтопровідної інфраструктури. Лише комплексний підхід, що поєднує технічні, організаційні та екологічні заходи, дозволяє мінімізувати ризики аварій, забезпечити стабільне транспортування нафти та зберегти природне середовище для майбутніх поколінь. Подальші дослідження в цій галузі варто зосередити на розробці самовідновлювальних покриттів, впровадженні систем дистанційного моніторингу корозійних процесів та удосконаленні технологій ремонту в екстремальних кліматичних умовах.

Перелік посилань

1. Koroviaka, Y. A., Mekshun, M. R., Ihnatov, A. O., Ratov, B. T., Tkachenko, Y. S., & Stavychnyi, Y. M. (2023). Determining Technological Properties of Drilling Muds. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (2), 25-32.https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/025

2. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Y.A., Haddad, J., Tershak, B.A., Kaliuzhna, T.M., & Yavorska, V.V. (2022). Experimental and Theoretical Studies on the Operating Parameters of Hydromechanical Drilling. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (1), 20-27.doi:10.33271/nvngu/2022-1/020

3. Drilling and operation of oil and gas wells in difficult conditions : monograph / O.O. Aziukovskyi, Ye.A. Koroviaka, A.O. Ihnatov; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro: Zhurfond, 2023. – 159 p.

4. Ігнатов, А.О. (2024). Огляд складових гідромеханічного буріння з позицій інтенсифікації процесів руйнування гірської породи. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (27), 39-49.

5. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.

6. Kozhevnykov A., Khomenko V., Liu B. C., Kamyshatskyi O., Pashchenko O. The History of Gas Hydrates Studies: From Laboratory Curiosity to a New Fuel Alternative //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2020. – T. 844. – P. 49-64.https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.844.49

АНАЛІЗ ТАМПОНАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН

НТУ «Дніпровська політехніка»

Вовк Андрій Семенович, група 185-22з-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

Тампонажні матеріали відіграють ключову роль у процесі спорудження нафтових і газових свердловин, оскільки забезпечують герметизацію затрубного простору та надійну ізоляцію продуктивних пластів. Від їх якості значною мірою залежить довговічність свердловини, ефективність її експлуатації та безпека проведення робіт.

Основною функцією тампонажних матеріалів є утворення міцного цементного каменю, здатного витримувати дію високих пластових тисків, температур і агресивних середовищ. До складу тампонажних систем входять цемент, вода та різноманітні хімічні добавки, що дозволяють регулювати їх фізико-механічні та реологічні властивості [1,2].

Найбільш поширеним матеріалом є портландцемент, який характеризується високою міцністю, доступністю та універсальністю застосування. Проте в залежності від геолого-технічних умов буріння використовуються також спеціальні види цементів: сульфатостійкі, термостійкі, а також легкі та важкі цементи [3,4].

Легкі цементи застосовуються у слабких або тріщинуватих породах для зменшення гідростатичного тиску на пласт, що дозволяє уникнути поглинань і руйнування порід. Важкі цементи, навпаки, використовуються в умовах високих пластових тисків для забезпечення необхідного протитиску та запобігання газопроявам.

Важливим аспектом є реологічні властивості тампонажних розчинів. Вони визначають здатність розчину до прокачування, рівномірного заповнення затрубного простору та витіснення бурового розчину [5,6]. Основними параметрами є в’язкість, тиксотропія та структурна міцність, які залежать від складу системи та умов її приготування.

Час тужавіння цементного розчину є одним із ключових технологічних показників. Він визначає тривалість проведення цементувальних робіт і повинен бути достатнім для завершення всіх операцій [7,8]. Для його регулювання застосовують спеціальні добавки — прискорювачі та сповільнювачі тужавіння.

З метою покращення властивостей тампонажних розчинів широко використовуються пластифікатори, які дозволяють знизити водоцементне відношення, підвищити рухливість розчину та збільшити міцність цементного каменю. Стабілізатори забезпечують однорідність системи, а антифільтраційні добавки зменшують втрати фільтрату та запобігають розшаруванню.

Особливу увагу приділяють адгезії цементного каменю до обсадних труб і гірських порід. Недостатня адгезія може призвести до утворення каналів, що спричиняє порушення герметичності та міжпластові перетоки [9,10]. Тому важ-

ливим є правильний підбір складу тампонажного розчину та дотримання технології цементування.

В умовах високих температур і тисків використовуються спеціальні термостійкі цементи, які зберігають свої властивості в екстремальних умовах. Також спостерігається тенденція до використання полімерних і композиційних матеріалів, що дозволяє суттєво покращити характеристики цементного каменю, зокрема його еластичність, тріщиностійкість і довговічність.

Контроль якості тампонажних матеріалів здійснюється за допомогою лабораторних і польових досліджень. Визначаються такі показники, як густина, реологічні властивості, час тужавіння, міцність і адгезія цементного каменю [11]. Сучасні методи контролю дозволяють своєчасно виявляти недоліки та коригувати склад розчину.

Застосування сучасних технологій і матеріалів у процесі цементування обсадних колон дозволяє підвищити надійність ізоляції пластів, зменшити ризик аварійних ситуацій і продовжити термін експлуатації свердловин. Важливу роль відіграє також оптимізація технологічних режимів і використання автоматизованих систем контролю.

Таким чином, аналіз тампонажних матеріалів є важливим етапом при розробці технологій буріння свердловин. Раціональний вибір складу тампонажних розчинів і дотримання технології їх застосування забезпечують ефективність, безпечність і економічну доцільність бурових робіт.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем'як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем'як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho

Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

8. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

9. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

10. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

11. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УЕЦН В УСКЛАДНЕНИХ УМОВАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Вороненко Іван Олегович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Сучасна нафтогазова промисловість України стикається з необхідністю експлуатації свердловин в ускладнених умовах, зокрема при високому газовмісті, наявності механічних домішок, асфальтосмолистих відкладень та корозійно-активних флюїдів. Установки електроцентробіжних насосів (УЕЦН) залишаються найпоширенішим методом механізованого видобутку нафти, однак їх ефективна робота в складних умовах потребує коректного розрахунку параметрів експлуатації з урахуванням додаткових факторів впливу.

Для умов площі, де прогнозуються поклади нафти та газового конденсату в нижньокам'яновугільних відкладах, пластова рідина характеризується наявністю розчиненого газу (газовий фактор 75–95 м³/т), високою температурою (до 80 °С) та помірною в'язкістю (до 5 мПа·с). Крім того, прогнозується винос піску з пласта-колектора (пористість 18–23 %, проникність до 368 мД), що потребує врахування абразивного зносу робочих органів.

Розрахунок параметрів експлуатації УЕЦН виконується за методикою, що базується на спільному розв'язанні рівнянь припливу флюїду до свердловини та напірної характеристики насоса. При цьому обов'язково враховуються поправки на властивості рідини (в'язкість, газовміст, густину), а також додаткові втрати напору в насосно-компресорних трубах (НКТ) та елементах наземного обладнання.

Вихідними даними для розрахунку є: глибина свердловини $L = 1681$ м, динамічний рівень рідини $H_д = 1200$ м, пластовий тиск $P_{пл} = 16{,}0$ МПа, коефіцієнт продуктивності $K = 8$ м³/(добу·МПа), густина нафти $\rho_н = 779$ кг/м³, густина води $\rho_в = 1010$ кг/м³, обводненість $n_в = 10$ %, газовий фактор $G_о = 80$ м³/т. Густина газонасиченої рідини розраховується за формулою:

$$\rho_{см} = (\rho_н \cdot (1-n_в) + \rho_в \cdot n_в) / (1 + G_о \cdot (\rho_н \cdot P_{ат} \cdot T_{пл}) / (P_{пл} \cdot T_{ат})),$$

де $P_{ат}$ – атмосферний тиск, $T_{пл}$ – пластова температура (350 К), $T_{ат}$ – стандартна температура (293 К). Після підстановки отримуємо $\rho_{см} = 780–800$ кг/м³.

Потрібний напір УЕЦН визначається як сума геодезичної висоти підйому рідини (різниця між динамічним рівнем та гирлом), втрат на тертя в НКТ, гирлового тиску та депресії на пласт. Орієнтовний розрахунок дає $H_{потр} \approx 1500–1700$ м. Для таких умов обирається насос секції 5 (діаметр 117 мм) з оптимізованою характеристикою на робочу подачу 100–200 м³/добу.

Ускладнені умови експлуатації вносять суттєві корективи. При вмісті вільного газу на прийомі насоса більше 25 % відбувається зрив подачі через газове блокування. Для запобігання цьому застосовують газосепаратори або газороздільовачі (модуль-газосепаратор МГС). Ефективність сепарації досягає 90 % при в'язкості рідини менше 10 мПа·с. Розрахунковий газовий фактор на прийомі насоса з урахуванням сепарації зменшується до 8–10 м³/т.

Для умов підвищеного абразивного зносу (наявність піску 0,5–1,5 г/л) рекомендується використання насосів з підвищеною зносостійкістю – з покриттям робочих коліс та направляючих апаратів карбідом кремнію або з застосуванням шліфувальних вставок. Орієнтовний ресурс такого насоса при концентрації піску 1 г/л становить 1,5–2 роки проти 6–8 місяців для стандартного виконання.

Температура на прийомі насоса $T_{пр}$ визначається за геотермічним градієнтом (3,0 °С/100 м) з урахуванням охолоджуючої дії потоку рідини. Для глибини 1200–1400 м $T_{пр}$ становить 60–70 °С, що знаходиться в межах допустимих значень для термостійких обмоток двигуна (клас Н – до 180 °С).

Додатковим фактором є корозійна активність пластового флюїду через вміст сірководню (до 0,01 %) та вуглекислого газу. У цьому випадку передбачається застосування насосів з корозійностійкого чавуну або з внутрішнім покриттям епоксидною смолою.

Практичний розрахунок режиму роботи УЕЦН для глибини 1681 м та прогнозного дебіту 150 м³/добу показав необхідність використання насоса типу ЕЦНА5-150-1600 з частотою обертання 3000 об/хв. Глибина спуску насоса прийнята на рівні 1250 м, що забезпечує необхідну депресію на пласт без ризику газовиділення на прийомі. Потужність зануреного електродвигуна розрахована як 80 кВт з урахуванням пускових моментів та коливань напруги в мережі живлення. Кабельна лінія КПБП 3×16 мм² забезпечує передачу електроенергії з втратами не більше 8 %.

Результати розрахунків зведено в таблицю 1.

Таблиця 1 – Розрахункові параметри експлуатації УЕЦН

Параметр	Значення	Одиниця виміру
Пластовий тиск	16,0	МПа
Коефіцієнт продуктивності	8	м³/(добу·МПа)
Прогнозний дебіт	150	м³/добу
Глибина спуску УЕЦН	1250	м
Потрібний напір	1580	м
Тип насоса	ЕЦНА5-150-1600	–
Потужність двигуна	80	кВт
Тип кабелю	КПБП 3×16	–

Після спуску насоса та запуску свердловини передбачається контроль параметрів за допомогою станції управління «Електрон-02М» з телеметрією. Періодично (не рідше 1 разу на квартал) виконується зняття витратно-напірних характеристик для коригування режиму роботи в міру зміни пластових умов.

Таким чином, коректний розрахунок параметрів експлуатації УЕЦН з урахуванням ускладнюючих факторів (газовиділення, абразивний знос, корозія, високі температури) дозволяє забезпечити стабільну роботу свердловини, максимальний міжремонтний період та економічно ефективний видобуток вуглеводнів. Для умов площі рекомендовано використання насосів з підвищеною

зносостійкістю та модулями-газосепараторами, що забезпечить надійну експлуатацію протягом 2–3 років без підземного ремонту.

Перелік посилань

1. Ставичний Є. М., Фем'як, Я. М., Тершак, Б. А., Ігнатов, А. О., Рибачук, С. А., Бочкур, Ю. В., & Савчук, Н. М. (2023). Сучасне вітчизняне технологічне обладнання для кріплення свердловин хвостовиками з колоною-фільтром. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields, (1(86), 54–63. https://doi.org/10.31471/1993-9973-2023-1(86)-54-63

2. Shapoval, V.G., Pashchenko, O.A., Zhilinska, S.R., Khomenko, V.L., Ivanova, H.P. (2021). Application of shashenko criterion to predicting the strength of sandy loam soils during horizontal directional drilling. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 24, 114-120. http://www.ism.kiev.ua/images/24_2021.pdf

3. Kirin, R., Baranov, P., Hrytsenko, H. and Khomenko, V. (2024). Exploring and Proposing Appropriate Provisions Addressing the Mineral Resources Subjects and Governing Entities within the Framework of Gemological Law of Ukraine. Grassroots Journal of Natural Resources, 7(1): 43-65. https://doi.org/10.33002/nr2581.6853.070103

4. Biletskiy, M. T., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Borash, B. R., & Borash, A. R. (2022). Increasing the mangystau peninsula underground water reserves utilization coefficient by establishing the most effective method of drilling water supply wells. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022(5), 51-62. doi:10.32014/2518-170X_2022_5_455_51-62

5. Вирвінський, П. П., Кузін, Ю. Л., & Хоменко, В. Л. (2014). Технологія буріння. Д.: НГУ, 2014. 280 с.

6. Пащенко, О., Терханова, О., & Русланівна, Д. Ю. І. (2024). Вплив емоційного інтелекту на академічні досягнення.

7. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Ye.A., Pinka, Jan, Rastsvietaiev, V.O., Dmytruk O.O. (2021). Geological and mining-engineering peculiarities of implementation of hydromechanical drilling principles. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (1), 11-18. https://doi.org/10.33271/nvngu/2021¬1/011

8. Haddad, J.S., Denyshchenko, O., Kolosov, D., Bartashevskyi, S., Rastsvietaiev, V., Cherniaiev, O. (2021). Reducing Wear of the Mine Ropeways Components Basing Upon the Studies of Their Contact Interaction. Archives of Mining Sciences, 66(4), 579-594. https://doi.org/10.24425/ams.2021.139598

9. Molokanova V.M., Orliuk O.P., Petrenko V.O., Butnik O.B., Khomenko V.L. Formation of metallurgical enterprise sustainable development portfolio using the method of analyzing hierarchies // Scientific Bulletin of National Mining University. – 2020. – № 2. P. 131-136.https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/131

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУРОВИХ ДОЛІТ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гармаш Вадим Володимирович, група 185-24-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

В сучасних умовах розвитку нафтогазової галузі підвищення ефективності процесів буріння свердловин набуває особливого значення в зв'язку зі зростанням складності гірничо-геологічних умов, збільшенням глибин буріння та необхідністю раціонального використання ресурсів. Вирішення цих завдань безпосередньо пов'язане з удосконаленням породоруйнівного інструменту, який визначає техніко-економічні показники проходки, надійність технологічних процесів і загальну ефективність бурових робіт. Незважаючи на розвиток альтернативних методів руйнування гірських порід, механічний спосіб із застосуванням бурових доліт залишається домінуючим у практиці спорудження свердловин, що зумовлює необхідність постійного вдосконалення конструкцій доліт, зокрема шарошкових, які широко використовуються в різних геологічних умовах і характеризуються складною будовою та високими вимогами до надійності. Ефективність їх роботи визначається сукупністю конструктивних і технологічних факторів, серед яких ключове місце займають параметри озброєння, стан опорних вузлів і умови взаємодії з гірською породою. Актуальність дослідження обумовлена тим, що існуючі конструкції бурових доліт не завжди забезпечують необхідний рівень довговічності та стабільності роботи, особливо в умовах інтенсивних навантажень і агресивного середовища. Передчасний знос елементів інструменту призводить до зниження механічної швидкості буріння, збільшення витрат часу і ресурсів, а також до ускладнень у процесі проходки. Це вимагає глибокого аналізу причин зношування та розробки нових підходів до проєктування і експлуатації доліт. Важливим напрямом є дослідження процесів взаємодії бурового інструменту з породою, включаючи механічні, гідродинамічні та фізико-хімічні явища, що супроводжують руйнування вибою. Значну роль при цьому відіграють властивості бурових промивальних рідин, які впливають на ефективність очищення вибою, умови тертя та зносу, а також на інтенсивність руйнівних процесів.

Виконаний нами аналіз наукових джерел і виробничого досвіду бурових підприємств свідчить про стійку тенденцію: переважна частина робіт зі спорудження свердловин у різних гірничо-геологічних умовах, незважаючи на розвиток альтернативних технологій, і надалі здійснюється шляхом механічного руйнування породи на вибої із застосуванням різних типів бурових доліт, зокрема полікристалічних і шарошкових. При цьому саме шарошкові долота, які відзначаються складною конструкцією та технологією виготовлення, залишаються одним із основних інструментів для буріння суцільним вибоєм, особливо в нафтогазовій галузі. Практика їх використання підтверджує, що ключовими елементами, які визначають ефективність і довговічність роботи, є система озброєння та опорний вузол [1].

Дослідження результатів експлуатації сучасних конструкцій доліт пока-

зує, що наявні технічні рішення не забезпечують повного вирішення ряду принципових завдань. Зокрема, актуальною залишається проблема створення такої конструкції, у якій поєднувалися б зносостійка підшипникова система та ефективна геометрія ріжучих елементів. Саме це визначає необхідність подальшого вдосконалення конструктивних схем і технологій виготовлення інструменту.

В ході виконаних досліджень було проаналізовано літературні дані та виробничий досвід застосування шарошкових доліт, зокрема в межах Дніпровсько-Донецької западини. Отримані результати свідчать про суттєве зниження фактичного ресурсу доліт порівняно з нормативними показниками. Основними причинами інтенсивного зношування елементів озброєння є порушення нормального режиму взаємодії зубів із гірською породою, що проявляється у небажаному контактуванні за однойменними точками, а також недостатня ефективність промивання вибою, яка обмежує надходження циркулюючого бурового агенту в зону руйнування.

Практичні дані підтверджують, що передчасний вихід доліт з ладу значною мірою обумовлений як конструктивними недоліками опорних вузлів і ріжучих елементів, так і технологічними факторами, пов’язаними з якістю їх виготовлення. Конструкції опор передбачають використання різних типів підшипників – кулькових, роликових і ковзання. Кулькові підшипники відзначаються компактністю і здатністю компенсувати перекоси, проте через ковзання тіл кочення швидко нагріваються, що вимагає ефективного охолодження. Розробка нових конструкцій бурових доліт повинна враховувати особливості контактної взаємодії деталей у вузлах тертя та забезпечувати підвищення ресурсу інструменту при збереженні заданого рівня надійності. Надійність долота розглядається як комплексна характеристика, що включає здатність тривалий час працювати без відмов. У межах досліджень запропоновано підхід до формування озброєння долота, заснований на чисельно-графічному моделюванні, який дозволяє варіювати розташування зубів і уникати небажаних режимів контакту. Аналіз продуктів руйнування породи підтверджує ефективність такого підходу.

Встановлено, що властивості бурових промивальних рідин мають суттєвий вплив на процес руйнування породи [2]. Найбільш значущими параметрами є густина та в’язкість, а також наявність поверхнево-активних речовин (ПАР), які знижують опір породи та сприяють інтенсифікації буріння. Лабораторні дослідження показали, що застосування ПАР дозволяє підвищити механічну швидкість проходки та покращити ефективність роботи доліт навіть у твердих породах, за умови правильного підбору та регулювання властивостей бурового агента. Комплексний аналіз факторів, що впливають на процес руйнування порід, свідчить про необхідність поєднання аналітичних і експериментальних методів дослідження для обґрунтування раціональних параметрів буріння. Особливу увагу при цьому приділено питанням тертя та зносу в опорних вузлах породоруйнівного інструменту. Встановлено, що використання мастильних середовищ із гідродинамічними властивостями сприяє підвищенню міцності підшипників і покращенню їх теплового режиму. Дослідження мастильних властивостей бурових рідин, проведені з використанням спеціалізованого облад-

нання, показали, що найбільш ефективними є композиції із додаванням ПАР. Водночас високі мастильні властивості не завжди забезпечують зниження зносу, оскільки процеси тертя мають складний багатофакторний характер. Для їх оцінки застосовують різні показники, зокрема швидкість та інтенсивність зношування.

Проведений аналіз взаємодії бурового інструменту з породою показав, що важливу роль відіграють адсорбційні процеси на поверхнях контакту. Введення до складу бурових рідин органічних компонентів дозволяє зменшити коефіцієнт тертя, однак може викликати корозійні явища. Особливо активними в цьому відношенні є нафтенові кислоти. Передбачається, що за високих температур у зоні контакту переважають процеси хемосорбції, особливо в дефектних ділянках металу, що впливає на інтенсивність зношування. Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити основні причини зношування елементів бурових доліт і визначити ключові напрями їх подальшого вдосконалення. Отримані результати створюють основу для підвищення надійності та ефективності роботи інструменту при бурінні свердловин.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХПІ». – Полтава: ТОВ “АСМІ”, 2018. – 415 с.

2. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Y.A., Pavlychenko, A.V., Rastsvietaiev, V.O., & Askerov, I.K. (2023). Determining key features of the operation of percussion downhole drilling machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1254*(1), 012053.

АНАЛІЗ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ ГОГОЛІВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гнідий Валерій Григорович, група 185-23-ск-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

Буріння свердловин на газоконденсатних родовищах супроводжується низкою складних геолого-технічних умов, які значною мірою визначають ефективність і безпеку проведення робіт. Одним із ключових елементів технології буріння є використання промивальних рідин (бурових розчинів), які виконують широкий спектр функцій — від очищення вибою до контролю пластового тиску.

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності буріння, зниження ризику ускладнень та оптимізації складу промивальних рідин відповідно до конкретних геологічних умов.

Метою роботи є аналіз типів промивальних рідин, що застосовуються при бурінні свердловин на газоконденсатних родовищах, а також оцінка їх ефективності.

Газоконденсатні родовища характеризуються специфічними умовами, які впливають на вибір технології буріння та типу промивальної рідини.

Основні особливості: наявність газу та конденсату в пласті; високі або аномальні пластові тиски; значні глибини залягання продуктивних горизонтів; підвищені температури. Ці фактори створюють ризики: газонафтоводопроявів; викидів; нестабільності стінок свердловини [1-5].

У таких умовах промивальна рідина повинна забезпечувати надійний контроль тиску та стабільність стовбура свердловини.

Промивальні рідини виконують ряд важливих функцій: очищення вибою від шламу; транспортування вибуреної породи на поверхню; охолодження та змащення бурового інструменту; створення гідростатичного тиску; стабілізація стінок свердловини; запобігання проникненню пластових флюїдів. Ефективність буріння значною мірою залежить від правильного вибору властивостей бурового розчину [6-8].

Промивальні рідини, що застосовуються на газоконденсатних родовищах, поділяються на кілька основних типів [9,10].

Водні бурові розчини. До них належать: глинисті розчини; полімерні системи; інгібуючі розчини. Переваги: відносно низька вартість; простота приготування; екологічна безпечність. Недоліки: нестійкість у складних геологічних умовах; можливість взаємодії з породами.

Розчини на вуглеводневій основі. До них належать: нафтові розчини; емульсійні системи. Переваги: висока стабільність; ефективне зменшення тертя; стійкість до високих температур. Недоліки: висока вартість; складність утилізації; екологічні обмеження.

Газорідинні системи. Використовуються: аеровані розчини; пінні систе-

ми. Переваги: зменшення гідростатичного тиску; ефективність у зонах поглинання. Недоліки: складність контролю; обмежене застосування.

Для буріння на газоконденсатних родовищах промивальні рідини повинні відповідати таким вимогам: забезпечувати оптимальний гідростатичний тиск; мати стабільні реологічні властивості; бути термостійкими; мінімізувати фільтрацію; не пошкоджувати колекторські властивості пластів. Особливо важливим є запобігання проникненню фільтрату в продуктивні пласти [11,12].

Під час використання промивальних рідин можуть виникати такі ускладнення: поглинання розчину; обвали стінок свердловини; прихвати бурильного інструменту; газопрояви [13,14].

Для їх попередження застосовуються: оптимізація густини розчину; використання інгібіторів; контроль параметрів у реальному часі; застосування спеціальних добавок.

У сучасних умовах активно впроваджуються нові підходи: використання екологічно безпечних розчинів; застосування нанодобавок; автоматизація контролю параметрів; цифрові системи управління бурінням [15,16]. Це дозволяє підвищити ефективність і безпечність робіт.

Висновки

Аналіз промивальних рідин, що використовуються при бурінні свердловин на газоконденсатних родовищах, показує їх ключову роль у забезпеченні ефективності буріння.

Основними факторами вибору є: геологічні умови; пластовий тиск і температура; тип продуктивного пласта.

Оптимальний підбір промивальної рідини дозволяє: зменшити ризик ускладнень; підвищити швидкість буріння; забезпечити безпечне ведення робіт.

Таким чином, удосконалення складу та технологій застосування промивальних рідин є важливим напрямом розвитку бурових технологій.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем’як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем’як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

9. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

10. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

11. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

12. Ratov, B.T., Fedorov, B.V., Syzdykov, A.Kh., Zakenov, S.T., Sudakov A.K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Section Exploration & Mining. 503-514. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.l/s03.062

13. Chernova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva B. (2022). Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, №21(1.2). 917-925. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.1/s06.111

14. Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Sudakova D., Borash B. (2023). Modeling of drilling water supply wellswith airlift reverse flush agent circulation. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. № 1. 53-60. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053

15. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

16. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВТРАТ НАФТОПРОДУКТІВ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ В СТАЛЬНИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Голуб Захар Олександрович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Технологічні втрати нафтопродуктів при зберіганні в сталевих вертикальних резервуарах (РВС) є однією з найбільш актуальних проблем нафтогазового сектору, оскільки вони спричиняють не лише прямі економічні збитки, але й значне екологічне навантаження на атмосферу. За оцінками фахівців, щорічні втрати вуглеводнів від випаровування при зберіганні та транспортуванні сягають десятків мільйонів тонн, причому значна їх частина припадає саме на резервуарні парки підприємств нафтопереробної та нафтогазовидобувної галузей. Основною причиною цих втрат є випаровування легких фракцій нафтопродуктів, яке інтенсифікується при так званих «великих» і «малих диханнях» резервуарів, що робить проблему комплексною та такою, що потребує системного підходу до оцінки та розробки заходів зменшення.

Оцінка технологічних втрат базується на розумінні фізики процесів випаровування та газообміну. «Малі дихання» резервуарів відбуваються внаслідок добових коливань температури навколишнього повітря та атмосферного тиску. В денний час при підвищенні температури тиск насичених парів вуглеводнів у газовому просторі зростає, і коли він досягає величини спрацьовування дихального клапана, пароповітряна суміш витісняється в атмосферу — відбувається «видих». У нічний час, при охолодженні, тиск падає, виникає вакуум, клапан відкривається для засмоктування атмосферного повітря — «вдих», яке при наступному нагріванні знову витіснятиметься, насиченим парами нафтопродукту. На відміну від малих, «великі дихання» пов’язані з технологічними операціями — заповненням або спорожненням резервуара. При заповненні рівень рідини піднімається, витісняючи пароповітряну суміш; при спорожненні відбувається зворотне засмоктування повітря. Ці процеси призводять до того, що сумарна масова втрата вуглеводнів лише при зберіганні та підготовці нафти може досягати 2-3% від загального видобутку. Для кількісної оцінки втрат застосовуються аналітичні методики, які враховують фізико-хімічні властивості нафтопродукту (тиск насичених парів, густину), конструктивні особливості резервуара (об’єм газового простору, пропускну здатність дихальних клапанів) та кліматичні умови. Зокрема, існують формули для розрахунку втрат від малих дихань, що базуються на амплітуді коливань температури газового простору, та для великих дихань, що враховують обсяги закачування та спорожнення. Проте, як зазначається у спеціалізованих оглядах, вітчизняна нормативна база, яка регламентує ці методики, є недосконалою, що створює додаткові труднощі для точної оцінки втрат та розробки ефективних заходів. Комплекс заходів щодо зменшення технологічних втрат охоплює три основні стратегічні напрями: ліквідація газового простору, герметизація резервуарів та уловлювання парів. Най-

більш ефективним методом ліквідації газового простору є використання плаваючих покрівель або понтонів, які встановлюються всередині резервуара безпосередньо на поверхні рідини. Під час заповнення або спорожнення понтон рухається разом з рівнем нафтопродукту, мінімізуючи об'єм газового простору та значно зменшуючи випаровування. За даними промислових досліджень, використання понтонів дозволяє зменшити втрати легких фракцій на 70-80%. Для резервуарів зі стаціонарним дахом застосовується герметизація газового простору шляхом експлуатації їх з підвищеним внутрішнім тиском (до 200-400 мм вод. ст.) або вакуумом, що досягається застосуванням дихальних клапанів підвищеної герметичності та спеціальних конструкцій ущільнень. Цей підхід дозволяє зменшити об'єми витіснення газоповітряної суміші при коливаннях температури та тиску. Третім стратегічним напрямом є створення систем уловлювання та рекуперації парів (VRU – Vapor Recovery Unit), які призначені для видалення вуглеводневих парів з герметичних резервуарів та їх подальшої конденсації або утилізації. Такі системи інтегруються в технологічну схему резервуарного парку, забезпечуючи не лише скорочення викидів, але й повернення частини втраченого продукту.

Окрім цих кардинальних заходів, важливу роль відіграють організаційно-технологічні рішення та засоби пасивного захисту. До них відноситься, зокрема, фарбування резервуарів у світлі тони з використанням спеціальних тепловідбивних покриттів, що зменшує нагрівання стінок сонячною радіацією та, відповідно, амплітуду температурних коливань. Для зменшення втрат від великих дихань застосовуються газові обв'язки – системи, що з'єднують газові простори декількох резервуарів. При заповненні одного резервуара пароповітряна суміш з нього витісняється не в атмосферу, а в порожній або частково заповнений резервуар, де відбувається часткова конденсація парів. Такий підхід дозволяє суттєво скоротити втрати, особливо на парках з великою кількістю резервуарів та інтенсивною оборотністю. Також застосовуються дихальні клапани зниженого опору та інші технічні рішення, спрямовані на мінімізацію газообміну.

Впровадження заходів зі зменшення втрат нафтопродуктів має бути економічно обґрунтованим. Витрати на оснащення резервуарів понтонами, газовими обв'язками або системами рекуперації парів можуть бути значними, однак вони швидко окупаються за рахунок збереження дорогоцінної сировини. Крім того, скорочення викидів вуглеводнів позитивно впливає на екологічну безпеку регіонів, зменшує пожежну небезпеку та покращує санітарно-гігієнічні умови праці. Нормативно-правовою базою для регулювання цих питань в Україні є відповідні ДСТУ, норми втрат нафтопродуктів, затверджені Кабінетом Міністрів, а так галузеві інструкції з контролювання якості та обліку. Подальший розвиток досліджень у цій сфері має бути спрямований на вдосконалення методик розрахунку, розробку нових конструкцій ущільнювачів та абсорбентів, а також широке впровадження автоматизованих систем моніторингу викидів, що дозволить оперативно реагувати на відхилення та підтримувати технологічний режим на оптимальному рівні.

Перелік посилань

1. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

2. Ігнатов, А.О. (2020). До питання визначення вибійних робочих характеристик пристроїв гідромеханічного буріння. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (23), 78 - 88.

3. Ratov, B. T., Fedorov, B. V., Syzdykov, A. K., Zakenov, S. T., & Sudakov, A. K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, , 21(1.1) 335-346. doi:10.5593/sgem2021/1.1/s03.062

4. Boranbay Ratov; Boris Fedorov; Volodymyr Khomenko; Aidar Kuttybayev; Manshuk Sarbopeyeva. (2024). Development of a combined spud bit for drilling technological wells in Kazakhstan. Proceedings of 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024, Volume 24, Issue 1.1. https://doi.org/10.5593/sgem2024/1.1/s06.71

5. Kirin R. S., Khomenko V. L., Illarionov O. Yu., Koroviaka Ye. A. (2022). Dichotomy of Legal Provision of Ecological Safety in Excavation, Extraction and Use of Coal Mine Methane. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (5), 128-135.https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-5/128

6. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ratov, B., Koroviaka, Y., & Rastsvietaiev, V. (2024). Main Security Threats to Oil and Gas Infrastructure. In Critical Infrastructure Protection in Response to Terrorist Attacks (pp. 109-116). IOS Press.

7. Khomenko, V.L., Ratov, B.T., Pashchenko, O.A., Davydenko, O.M., Borash, B.R. (2023). Justification of drilling parameters of a typical well in the conditions of the Samskoye field. ICSF-2023. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1245 (2023) 012052. doi:10.1088/1755-1315/1254/1/012052

8. Zholbassarova, A. T., Bayamirova, R. Y., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Togasheva, A. R., Sarbopeyeva, M. D., Tabylganov, M. T., Saduakasov, D. S., Gusmanova, A. G., & Koroviaka, Ye. A. (2024). Development of technology for intensification of oil production using emulsion based on natural gasoline and solutions of nitrite compounds. SOCAR Proceedings, 2, 48–55. https://doi.org/10.5510/OGP20240200965

9. Pashchenko, O. A., Khomenko, V. L., Ratov, B. T., Koroviaka, Ye. A., & Rastsvietaiev, V. O. (2024). Comprehensive approach to calculating operational parameters in hydraulic fracturing. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1415(1), 012080. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012080

10. Chudyk, I. I., Femiak, Y. M., Orynchak, M. I., Sudakov, A. K., & Riznychuk, A. I. New methods for preventing crumbling and collapse of the borehole walls. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu 4, 17–22 (2021).

АНАЛІЗ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУРІННІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Горобець Тимофій Юрійович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

В'яжучі речовини є важливим класом матеріалів, здатних утворювати міцні структуровані системи внаслідок взаємодії з водою. Їх широко застосовують у будівництві, гірничій справі, бурінні свердловин, а також у нафтовій і газовій промисловості. Висока універсальність цих матеріалів обумовлена їх фізико-хімічними властивостями та здатністю адаптуватися до різних умов експлуатації.

Основною властивістю в'яжучих є здатність переходити з рідкого або пластичного стану у твердий каменеподібний матеріал. Цей процес відбувається внаслідок комплексу фізико-хімічних перетворень, зокрема гідратації, кристалізації та полімеризації [1-5]. Саме ці процеси визначають формування структури та кінцеві експлуатаційні характеристики матеріалу.

До основних типів в'яжучих належать гіпсові, цементні, магнезіальні та полімерні системи [6-10]. Кожен із цих типів має специфічні властивості, що визначають сферу їх застосування.

Гіпсові в'яжучі характеризуються швидким тужавінням, високою пластичністю та зручністю у використанні. Вони широко застосовуються у внутрішніх будівельних роботах, проте їх використання обмежене низькою водостійкістю та недостатньою міцністю в умовах підвищеної вологості.

Цементні в'яжучі, зокрема портландцемент, є найбільш поширеними у будівництві та бурінні свердловин. Вони забезпечують високу міцність, довговічність та стійкість до агресивних середовищ. Завдяки цим властивостям цементні системи широко застосовуються для тампонажних робіт у свердловинах [11,12].

Магнезіальні в'яжучі матеріали відзначаються високою адгезією, зносостійкістю та швидким набором міцності. Вони використовуються у спеціалізованих покриттях і конструкціях, де необхідна підвищена механічна стійкість [13-15].

Полімерні водорозчинні в'яжучі речовини є перспективним напрямом розвитку матеріалознавства. Вони характеризуються високою еластичністю, водостійкістю та хімічною інертністю. Такі матеріали дедалі частіше застосовуються у складних умовах експлуатації, зокрема в нафтовій і газовій галузі [16,17].

Важливим аспектом дослідження водорозчинних в'яжучих є їх реологічні властивості. Вони визначають поведінку матеріалу під час транспортування, закачування, укладання та твердіння. Основними реологічними параметрами є в'язкість, текучість та структурна міцність [18].

Реологічні характеристики значною мірою залежать від складу в'яжучої системи, концентрації твердої фази, температури та тиску. Оптимізація цих параметрів дозволяє забезпечити ефективність технологічних процесів, зокрема при бурінні свердловин.

У бурінні свердловин водорозчинні в'яжучі речовини використовуються для приготування тампонажних розчинів. Їх основною функцією є герметизація обсадних колон та ізоляція продуктивних пластів. Якість тампонажного каменю визначається його щільністю, однорідністю структури, відсутністю тріщин і пор, а також адгезією до гірських порід.

Особливу увагу приділяють дослідженню кінетики твердіння в'яжучих матеріалів. Швидкість і характер твердіння залежать від багатьох факторів, зокрема температури, тиску, складу розчину та мінералізації води. Контроль цих параметрів дозволяє регулювати процес формування структури матеріалу.

Важливим напрямом є використання модифікуючих добавок, які дозволяють змінювати властивості в'яжучих систем [19]. До таких добавок належать пластифікатори, стабілізатори, прискорювачі та сповільнювачі твердіння. Їх застосування дозволяє регулювати час тужавіння, підвищувати міцність і покращувати стійкість до агресивних середовищ.

Пластифікатори знижують в'язкість системи та покращують її текучість, що полегшує транспортування та укладання розчину. Стабілізатори запобігають розшаруванню системи, забезпечуючи її однорідність. Прискорювачі та сповільнювачі дозволяють контролювати швидкість твердіння залежно від технологічних умов.

Сучасні дослідження у сфері водорозчинних в'яжучих спрямовані на створення екологічно безпечних та енергоефективних матеріалів. Особлива увага приділяється зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище та підвищенню ресурсоефективності виробництва.

Перспективним напрямом є розробка композиційних матеріалів, які поєднують у собі властивості різних типів в'яжучих. Такі системи дозволяють досягти оптимального поєднання міцності, еластичності та стійкості до зовнішніх впливів.

Методи дослідження властивостей в'яжучих матеріалів включають лабораторні випробування, фізико-хімічний аналіз та математичне моделювання процесів твердіння. Використання сучасних аналітичних методів дозволяє більш точно визначати механізми формування структури та прогнозувати експлуатаційні характеристики матеріалів.

Значну роль відіграють також методи комп'ютерного моделювання, які дають можливість аналізувати поведінку в'яжучих систем у різних умовах без проведення великої кількості експериментів.

Узагальнюючи, слід зазначити, що водорозчинні в'яжучі речовини є невід'ємною складовою сучасних технологічних процесів у багатьох галузях промисловості. Їх ефективність визначається комплексом фізико-хімічних властивостей, які можуть бути цілеспрямовано змінені шляхом підбору складу та використання добавок.

Подальший розвиток цієї галузі пов'язаний із вдосконаленням технологій виробництва, розширенням функціональних можливостей матеріалів та впровадженням інноваційних рішень. Це дозволить підвищити надійність і ефективність інженерних систем, а також забезпечити відповідність сучасним вимогам сталого розвитку.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем'як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем'як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Hennadii Hapich, Alina Zahrytsenko, Andrii Sudakov, Artem Pavlychenko, Sergiy Yurchenko, Diana Sudakova & Iryna Chushkina (2024). Prospects of alternative water supply for the population of Ukraine during wartime and post-war reconstruction, International Journal of Environmental Studies. https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296781

9. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

10. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

11. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP

Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

12. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

13. Ratov, B.T., Fedorov, B.V., Syzdykov, A.Kh., Zakenov, S.T., Sudakov A.K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Section Exploration & Mining. 503-514. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.l/s03.062

14. Chernova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva B. (2022). Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, №21(1.2). 917-925. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.1/s06.111

15. Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Sudakova D., Borash B. (2023). Modeling of drilling water supply wellswith airlift reverse flush agent circulation. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. № 1. 53-60.

16. Ratov B.T., Chudyk I.I., Fedorov B.V., Sudakov A.K., Borash B.R. (2023). Results of production tests of an experimental diamond crown during exploratory drilling in Kazakhstan. SOCAR Proceedings. No.2. 023-029. http://dx.doi.org/10.5510/OGP20230200842

17. Chudyk, I., Sudakova, D., Dreus, A., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2023). Determination of the thermal state of a block gravel filter during its transportation along the borehole. Mining of Mineral Deposits, 17(4), 75-82.

18. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с.

19. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

БУРОВІ ДОЛОТА: КОНСТРУКЦІЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Григор'єва Сніжана Сергіївна, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Хоменко В.Л.**

Бурове долото є одним із ключових елементів бурового обладнання, яке безпосередньо виконує руйнування гірських порід у процесі спорудження нафтових і газових свердловин. У системі буріння воно розташоване на нижньому кінці бурильної колони та є робочим органом, що перетворює механічну енергію обертання і осьового навантаження у процес механічного руйнування гірського масиву.

У нафтогазовій інженерії буріння свердловин розглядається як складний технологічний процес, що включає взаємодію механіки гірських порід, гідравліки бурових рідин і матеріалознавства. У цьому процесі бурове долото виконує функцію первинного руйнівника породи, від ефективності якого залежить швидкість проходки свердловини, вартість буріння та загальна надійність технологічного процесу.

Робота бурового долота відбувається в екстремальних умовах: високі контактні навантаження, значні температурні градієнти, наявність абразивних частинок, а також змінні геологічні характеристики порід. У таких умовах інструмент піддається інтенсивному зношуванню, що визначає необхідність застосування спеціальних конструкцій та високоміцних матеріалів.

У процесі буріння долото взаємодіє з буровим розчином, який виконує низку важливих функцій: охолодження ріжучих елементів, винесення шламу на поверхню, стабілізацію стінок свердловини та створення гідравлічного тиску на вибій. Таким чином, бурове долото працює не ізольовано, а як частина комплексної бурової системи.

Класифікація, конструктивні особливості та функціональні властивості бурових доліт

На сучасному етапі застосовуються різні різновиди бурових доліт лопатевого типу, зокрема: однолопатеві, дволопатеві, трилопатеві, трилопатеві стираюче-ріжучої дії, шестилопатеві.

Однолопатеві долота використовуються переважно для руйнування цементних пробок. Інші типи, як правило, призначені для роботи в м’яких і пластичних гірських породах. Трилопатеві та шестилопатеві долота частіше застосовуються під час буріння нафтових і газових свердловин, оскільки забезпечують більший діаметр стовбура і вищу продуктивність процесу.

З метою підвищення довговічності інструменту використовується армування не лише самих лопатей, а й їх контактних крайок. Це зменшує інтенсивність зношування при взаємодії з породою та сприяє формуванню більш рівних і стабільних стінок свердловини. У випадках, коли розріз свердловини представлений породами різної твердості, доцільно застосовувати алмазні долота. Вони розраховані переважно на породи середньої твердості, але ефективні при чергу-

ванні твердих і м'яких шарів. Найбільш традиційними є шарошкові долота. Вони складаються з одного, двох або трьох конічних елементів, які обертаються навколо власних осей під час роботи. Руйнування породи здійснюється шляхом циклічного контакту зубців або твердосплавних вставок із гірською породою, що призводить до її дроблення та роздавлювання.

Шарошкові долота характеризуються високою універсальністю і можуть ефективно працювати в широкому діапазоні геологічних умов, зокрема у твердих та абразивних породах. Їх конструкція включає складні підшипникові вузли, що забезпечують обертання шарошок, однак водночас є потенційним джерелом механічного зношування. Іншим сучасним типом є долота з нерухомими ріжучими елементами, відомі як PDC-долота (polycrystalline diamond compact). Їх конструкція базується на використанні синтетичних алмазних різців, закріплених на корпусі інструмента. Принцип їх роботи полягає у безперервному зрізанні породи замість дроблення. Такий механізм руйнування є більш енергоефективним, що забезпечує підвищену швидкість буріння. PDC-долота мають менше рухомих частин, що значно підвищує їх надійність і знижує ризик механічних відмов.

Окрему категорію становлять алмазні долота, які використовують природні або синтетичні алмази як робочі елементи. Вони працюють переважно за рахунок абразивного стирання породи і застосовуються у складних геологічних умовах, де інші типи доліт є малоефективними.

Такі інструменти мають високу зносостійкість, однак характеризуються відносно низькою швидкістю проходки. Гібридні долота є відносно новим напрямом розвитку бурового інструменту. Вони поєднують елементи шарошкових і PDC-долот, що дозволяє одночасно реалізовувати механізми дроблення і різання породи. Це забезпечує адаптивність до змінних геологічних умов і підвищує ефективність буріння в неоднорідних породних масивах. Функціональні властивості бурових доліт визначаються їх міцністю, термостійкістю, зносостійкістю та здатністю витримувати ударні та вібраційні навантаження. Важливим параметром також є гідравлічна ефективність, яка визначає здатність інструмента забезпечувати очищення вибою свердловини від шламу.

Принцип роботи бурових доліт та технологічний процес буріння свердловин

Процес буріння нафтової або газової свердловини являє собою безперервний технологічний цикл, у якому бурове долото виконує функцію основного руйнівного інструмента. Після спуску бурильної колони в свердловину долото встановлюється на вибій, де починає взаємодію з гірською породою під дією осьового навантаження та обертального моменту.

Механізм руйнування породи залежить від типу долота. У шарошкових доліт руйнування здійснюється шляхом циклічного ударного впливу зубців на поверхню породи, що призводить до утворення тріщин і подальшого дроблення. У PDC-долот процес має безперервний характер і базується на зрізанні породи ріжучими елементами. У випадку алмазних доліт домінує механізм абразивного стирання, при якому порода поступово руйнується під дією високої твердості робочих елементів.

Важливу роль у процесі буріння відіграє буровий розчин. Він подається через внутрішній канал бурильної колони до долота, де через спеціальні сопла спрямовується на вибій. Основними функціями бурового розчину є охолодження ріжучих елементів, зменшення тертя, стабілізація стінок свердловини та транспортування зруйнованої породи на поверхню. Ефективність очищення вибою безпосередньо впливає на швидкість буріння та знос долота.

Технологічний процес буріння контролюється шляхом регулювання основних параметрів: осьового навантаження на долото, швидкості обертання бурильної колони та гідравлічних характеристик бурового розчину. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягати максимальної швидкості проходки свердловини при мінімальному зносі інструменту.

У процесі експлуатації бурове долото поступово втрачає свою ефективність через зношування ріжучих елементів. При досягненні критичного рівня зносу бурильну колону піднімають на поверхню для заміни долота. Цей етап є важливою складовою бурового циклу і впливає на загальну тривалість і вартість бурових робіт.

Сучасні тенденції розвитку бурових технологій спрямовані на підвищення енергоефективності процесу буріння, збільшення ресурсу доліт та зменшення кількості спуско-підіймальних операцій. Особлива увага приділяється вдосконаленню матеріалів ріжучих елементів, оптимізації геометрії доліт та використанню інтелектуальних систем контролю буріння.

Перелік посилань

1. https://share.google/LdzueuAMs9Bgeu2Gy
2. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5_%D0%B4%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE
3. https://share.google/7GnESMpZmzQ3mutcw
4. https://share.google/91oCtt8gDsXnd2J5H

ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ УМОВ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гриженко Даніїл Романович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Ігнатов А. О.**

Позначена тема досліджень охоплює комплекс взаємопов'язаних рішень, спрямованих на ефективне освоєння об'єктів, де поряд із газовою фазою у пластових умовах присутні рідкі вуглеводні, що переходять у конденсат при зміні тиску і температури. Такі системи відзначаються складною термодинамічною поведінкою, що визначає специфіку як процесу буріння, так і подальшої експлуатації свердловин. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення коефіцієнта вилучення як газу, так і конденсату в умовах зростаючої вартості бурових робіт та обмеженості ресурсної бази. Особливість газоконденсатних покладів полягає у чутливості до змін пластового тиску: при його зниженні нижче тиску початку конденсації відбувається випадіння рідкої фази безпосередньо в поровому просторі, що призводить до погіршення фільтраційних властивостей і зниження дебітів свердловин [1].

Розробка проєкту буріння передбачає детальне обґрунтування конструкції свердловини з урахуванням очікуваних гірничо-геологічних умов, пластових тисків і температур, а також можливих ускладнень. Вибір обсадних колон, їх діаметрів, глибин спуску та способів цементування має забезпечувати надійну ізоляцію інтервалів і безпечне проходження розрізу. Значна увага приділяється підбору бурових розчинів, які повинні одночасно забезпечувати стабільність стінок свердловини, контроль тиску і мінімальне пошкодження продуктивного пласта. Окремим важливим аспектом є технологія розкриття продуктивного горизонту. В випадку газоконденсатних покладів критичним є збереження природної проникності привибійної зони, оскільки навіть незначне її погіршення в поєднанні з конденсаційними процесами може суттєво знизити ефективність роботи свердловини. Тому застосовуються щадні методи розкриття, контроль фільтраційних втрат бурового розчину, а також спеціальні технології очищення привибійної зони. Після завершення буріння значну роль відіграють геофізичні дослідження, які дозволяють уточнити будову покладу, визначити ефективну товщину продуктивних інтервалів, оцінити колекторські властивості та характер насичення. На основі цих даних приймаються рішення щодо інтервалів перфорації, способів освоєння та режимів експлуатації свердловин [2].

В процесі видобування ключовим завданням є управління пластовою енергією. Одним із основних підходів є підтримання тиску на рівні, що запобігає передчасному випадінню конденсату в пласті. Це може досягатися регулюванням дебітів свердловин, раціональним розміщенням сітки буріння або застосуванням технологій підтримання пластового тиску. В разі вже наявних втрат проникності можуть застосовуватися методи інтенсифікації, спрямовані на відновлення продуктивності. Важливою складовою є також організація систем

збору, підготовки та транспортування продукції, оскільки газоконденсатна суміш потребує спеціальних умов для розділення фаз і стабілізації конденсату. Це включає вибір відповідного обладнання, раціоналізацію режимів роботи сепараторів і забезпечення мінімальних втрат цінних компонентів.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХПІ». – Полтава: ТОВ “АСМІ”, 2018. – 415 с.

2. Ihnatov, A. O., Aziukovskyi, O. O., Stavychnyi, Y. M., Rybachuk, S. A., Askerov, I. K., & Sala, D. (2025). Development of promising technological solutions in the construction wells. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (3), 65–74.

ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА РОЗВІДУВАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дерунова Тетяна Олексіївна, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Розвідувальна свердловина є фундаментальним інструментом пізнання надр, призначення якої виходить далеко за межі простого пошуку корисних копалин. Її будівництво — це високотехнологічний та ризикований процес, спрямований на отримання максимального обсягу первинної геологічної інформації для кількісної та якісної оцінки потенційного родовища. На відміну від експлуатаційних свердловин, які споруджуються на вже розвіданих територіях, розвідувальне буріння, часто зване «диким» (wildcat), проводиться в умовах високої невизначеності, де про підземну геологію та тиск флюїдів майже нічого не відомо напевне. Ця ключова особливість визначає необхідність застосування універсальних технологій і спеціальних методик, які дозволяють не лише сформувати стовбур, але й вилучити зразки порід для детального лабораторного аналізу.

Процес будівництва починається з ретельного проєктування, де інженери-буровики спільно з геологами визначають мету свердловини та необхідний обсяг даних. На цьому етапі закладаються допустимі похибки просторового розташування вибою та вибираються інтервали для відбору керна. Вкрай важливим є попереднє визначення діаметра стовбура, оскільки від нього залежить можливість проведення комплексу геофізичних досліджень (каротажу) та випробувань у відкритому стовбурі. Оскільки точні дані про властивості гірських порід на глибині відсутні, конструкція свердловини закладається з певним запасом міцності, передбачаючи можливість спуску додаткових проміжних обсадних колон у разі ускладнень, таких як обвали стінок стовбура або поглинання бурового розчину. Це принципово відрізняє розвідувальне буріння від розробки родовищ, де типові геологічні розрізи вже вивчені.

Після підготовки майданчика та монтажу установки, технологічний цикл буріння включає буріння стовбура, вилучення керна, спуск обсадних колон та їх цементування, а також комплекс геофізичних і гідродинамічних досліджень. У розвідувальному бурінні застосовується широкий спектр способів руйнування породи, найбільш поширеним з яких є колонкове буріння, що дозволяє отримувати незруйновані циліндричні зразки породи, які є основою для складання геологічних розрізів. Водночас, на добре вивчених ділянках або у вмісних породах використовується високопродуктивне безкернове буріння лопатевими, шарошковими або алмазними долотами. У м’яких породах застосовується шнекове буріння.

Буровий розчин, або «промивальна рідина», у розвідувальних роботах виконує критичну роль. Його склад постійно коригується геологом відповідно до змін тиску та типу породи. Окрім охолодження долота та винесення шламу на поверхню, розчин створює гідростатичний тиск, що балансує тиск флюїдів у пласті, запобігаючи викидам (blowouts). Саме на розвідувальних свердловинах

ризик раптового вивільнення вуглеводнів є найвищим, оскільки аномально високий пластовий тиск може бути несподіванкою для бурової бригади. Тому такі свердловини обладнуються потужними противикидними превенторами, а персонал має відповідну кваліфікацію та досвід. Кожен метр проходки супроводжується вивченням вибуреної породи (шламу) на наявність слідів вуглеводнів.

Особливістю будівництва є поступове зменшення діаметра буріння з глибиною, що диктується необхідністю кріплення стовбура обсадними трубами. Кондуктор (перша колона) ізолює верхні пухкі породи та захищає підземні води від забруднення. Проміжні колони цементуються для перекриття нестійких зон або зон поглинань. Експлуатаційна колона (або хвостовик) спускається для доступу до цільового горизонту. Після завершення буріння, незалежно від результату, свердловина підлягає обов'язковій ліквідації. Якщо родовище визнане нерентабельним, свердловину ретельно тампонують цементом для запобігання перетокам флюїдів між горизонтами та ліквідують.

Таким чином, будівництво розвідувальної свердловини — це складний геологічний експеримент, вартість якого окупається лише вартістю отриманих даних про надра. Від якості цього процесу залежить доля всього проекту: від відкриття нового родовища до консервації території. Саме тому в основі технологій лежить принцип «від керна до каротажу», де кожен етап підпорядкований єдиній меті — отримати максимально повну картину геологічної будови при мінімальному ризику для персоналу та навколишнього середовища.

Перелік посилань

1. Ratov B.T., Khomenko V.L., Koroviaka Ye.A., Borash B.R., Shypunov S.O. Development of an effective technology for the construction of large-diameter water wells. https://doi.org/10.31713/m1213. Key trends of integrated innovation-driven scientific and technological development of mining regions / edited by prof. Z. R. Malanchuk and prof. M. Lazar. – Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2023. – P. 280-314. https://doi.org/10.31713/m1201

2. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Kirin, R., Svitlychnyi, S., & Moskalenko, A. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012008

3. Пащенко, О., Терханова, О., & Русланівна, Д. Ю. І. (2024). Вплив емоційного інтелекту на академічні досягнення.

4. Судаков, А. К., Коровяка, Є. А., Максимович, О. В., Расцвєтаєв, В. О., Дзюбик, А. Р., Калюжна, Т. М., ... & Яворська, В. В. (2023). Основи нафтогазової справи.

5. Molokanova V.M., Orliuk O.P., Petrenko V.O., Butnik O.B., Khomenko V.L. Formation of metallurgical enterprise sustainable development portfolio using the method of analyzing hierarchies // Scientific Bulletin of National Mining University. – 2020. – № 2. P. 131-136.https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-2/131

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Діденко Андрій Валерійович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: ст. викладач Дмитрук О.О.**

Надійність обладнання газотранспортних систем є актуальною проблемою. Враховуючи стратегічне значення газотранспортних системи України, необхідно звернути увагу на оцінку технічного стану та підвищення надійності як обладнання компресорних станцій (КС), так і лінійної частини магістральних газопроводів.

Безперебійна робота КС забезпечується погодженим функціонуванням усього комплексу споруд, який по мірі значущості може бути розділений на об'єкти основного і допоміжного призначення. До основних об'єктів КС відносяться: майданчики прийому і пуску очисних пристроїв; установки очищення газу від механічних домішок; компресорний цех; колектори газу високого тиску; вузол охолодження газу. Показники надійності роботи всіх складових КС важливі, тому питання удосконалення газоперекачувальних агрегатів залишається актуальним.

Підвищення ефективності роботи газопроводу і компресорної станції КП можливе за рахунок впровадження системи управління безударного пуску високовольтних електродвигунів на базі пристроїв ПБПВД з дотриманням вимог щодо технологічних процесів транспортування газу.

Пристрій ПБПВД-С (рис. 1) призначений для здійснення частотного пуску синхронних електродвигунів, використовуваних в якості приводу виконавчих механізмів з важкими умовами пуску, таких як газоперекачувальний агрегат, турбокомпресори великої одиничної потужності, вентилятори з великими інерційними масами, насоси-компресори з великим початковим моментом опору. Він виконаний за схемою з залежним тиристорним інвертором струму і забезпечує пусковий струм запускається електродвигуна, що не перевищує 1-1,5 значення його номінального струму.



Рис. 1. Пристрій ПБПВД-С.

Двоконтурна система регулювання пристрою здійснює включення в широкому інтервалі часів пуску з формуванням необхідної траєкторії розгону.

Пристрій ПБПВД-С забезпечує максимальну надійність і якість при експлуатації електромеханічної системи внаслідок наявності набору захистів від недостатнього для розгону електродвигуна пускового струму, короткого замикання в системі, електричної перевантаження в системі, перевищення напруги, обриву фази, неправильного чергування фаз, а також захист від провалів напруги мережі. У пристрої ПБПВД-С реалізовані функції логічного контролера і можливість програмних завдань налаштувань параметрів пристрою. Користувач може здійснювати програмну корекцію регуляторів, вибирати криву пуску, обмеження струму, час розгону, аварійна зупинка і формування траєкторії гальмування. Пристрій ПБПВД-С легко вбудовується в розроблену систему почергового пуску високовольтних двигунів, виконану на базі промислового контролера.

Впровадження запропонованого рішення буде сприяти підвищенню надійності роботи газоперекачувального агрегату, скороченню витрат на електроенергію, збільшується термін проведення міжремонтного обслуговування а також збільшується термін експлуатації газоперекачувального агрегату в цілому.

Перелік посилань

1. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.

2. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 294 с.

3. Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 294 с.

4. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

5. Експлуатація бурового обладнання : навч. посіб. / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв, О.М. Федик, С.В. Калинович ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дрогобич : Посвіт, 2024. – 300 с.

ПРОБЛЕМАТИКА БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ВИДОБУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Жук Євгеній Анатолійович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Ігнатов А. О.**

Сформульована тема відображає коло складних науково-технічних і виробничих завдань, що виникають під час освоєння родовищ із багатофазними вуглеводневими системами. Такі поклади характеризуються взаємозалежною поведінкою газової та рідкої фаз, що суттєво ускладнює як процес проходження свердловини, так і організацію стабільного видобування. Однією з ключових проблем є забезпечення безпечного та керованого буріння в умовах змінних пластових тисків і температур. Висока ймовірність газопроявів, поглинань бурового розчину та нестійкості стінок свердловини потребує точного підбору технологічних параметрів і постійного контролю за станом стовбура. Особливої уваги вимагає вибір правильних бурових розчинів, які мають одночасно виконувати функції стабілізації порід, регулювання тиску і мінімізації негативного впливу на продуктивний пласт [1].

Суттєвим викликом є збереження належних фільтраційних властивостей привибійної зони. Під час розкриття продуктивних інтервалів можливе їх забруднення твердими частинками або фільтратом циркулюючого бурового розчину, що в поєднанні з подальшими фазовими перетвореннями вуглеводнів призводить до зниження проникності та втрат продуктивності свердловин, що обумовлює необхідність застосування спеціальних технологій розкриття і очищення пласта.

Видобування в газоконденсатних покладах ускладнюється явищем конденсації, коли при зниженні пластового тиску рідкі вуглеводні випадають безпосередньо в поровому просторі. Утворення конденсатної фази зменшує ефективний переріз для руху газу, що негативно впливає на дебіти свердловин і загальний коефіцієнт вилучення вуглеводнів. У зв’язку з цим важливим завданням є підтримання оптимального режиму розробки, який дозволяє мінімізувати ці втрати.

Додаткові труднощі виникають при організації систем збору і підготовки продукції. Необхідність розділення багатофазної суміші, стабілізації конденсату та транспортування газу вимагає використання спеціалізованого обладнання та точного регулювання технологічних параметрів. Помилки на цьому етапі можуть призводити до втрат цінних компонентів і зниження економічної ефективності розробки.

Також значну роль відіграють геологічні фактори, зокрема неоднорідність колекторів, наявність тектонічних порушень і складна будова покладів, що ускладнює прогнозування поведінки системи «пласт – свердловина». Це підвищує рівень невизначеності та вимагає застосування сучасних методів моделювання і аналізу даних.

Проблематика буріння свердловин [2] і видобування компонентів газоко-

нденсатних покладів полягає у необхідності комплексного врахування геологічних, термодинамічних і технологічних чинників. Вирішення окресленої проблематики передбачає цілеспрямовану розробку та впровадження високоефективних інженерних рішень, спрямованих на забезпечення стабільної роботи свердловин, максимальне вилучення вуглеводнів і зниження виробничих ризиків.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХПІ». – Полтава: ТОВ “АСМІ”, 2018. – 415 с.

2. Ihnatov, A. O., Aziukovskyi, O. O., Stavychnyi, Y. M., Rybachuk, S. A., Askerov, I. K., & Sala, D. (2025). Development of promising technological solutions in the construction wells. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (3), 65–74.

RELIABILITY OF OPERATION OF UNDERWATER CROSSINGS OF PIPELINE SYSTEMS

Dnipro University of Technology

Alina Zahrafova, Student 185-22-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science,**
Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev

Submerged pipeline crossings are important engineering structures that ensure the transportation of oil, gas, and petroleum products across natural or artificial water obstacles, including rivers, lakes, reservoirs, and canals [1]. They constitute an integral part of trunk pipeline systems and are characterized by increased complexity in design, construction, and operation [2, 3].

Depending on installation conditions and structural solutions, submerged crossings are classified into: trench-type (with pipeline installation in a prepared trench on the bed of the water body); trenchless (including horizontal directional drilling, microtunneling, etc.); and combined methods [4]. Each of these types has its own advantages and disadvantages, determined by the hydrological, geological, and technical conditions of a specific site [5].

Submerged crossings operate under complex natural conditions characterized by continuous changes in environmental parameters. The main operating conditions include: hydrodynamic factors–flow velocity, turbulence, and wave loads; channel processes–bed erosion, sediment accumulation, and river channel shifts; engineering-geological conditions–soil composition and properties, bearing capacity, and susceptibility to landslides; climatic factors–temperature variations and ice loads; and anthropogenic impacts–navigation, dredging operations, and human-induced loads. The combined influence of these factors determines the level of reliability and durability of submerged crossings.

The reliability of submerged pipeline crossings is shaped by a set of factors that can be grouped into several main categories: hydrodynamic factors (including the effects of water flow, wave processes, floods, and ice drift, which may cause soil erosion and pipeline exposure); geotechnical factors (related to soil properties and their behavior under loading; unstable soils may lead to settlement or deformation of the pipeline); corrosion processes (the impact of the aquatic environment, aggressive components, and electrochemical reactions leading to gradual material degradation); mechanical loads (including internal pressure, thermal deformations, and external loads from soil and water); technological factors (errors in design, construction, or material selection that may significantly reduce structural reliability).

Analysis of the operation of submerged crossings shows that the main causes of their damage include soil erosion and pipeline exposure; corrosion-induced metal degradation; mechanical damage (from anchors, vessels, or equipment); violations of construction technology; and exceeding permissible loads. Failures at submerged crossings are particularly hazardous due to the difficulty of their elimination and the significant environmental consequences.

To enhance the reliability of submerged crossings, the following key measures

are applied: selection of an optimal pipeline installation method; use of protective coatings and electrochemical protection systems; channel stabilization and erosion protection; monitoring of the stress–strain state of pipelines; application of modern diagnostic and monitoring methods; and regular inspections and maintenance. The integrated application of these measures significantly improves the reliability and durability of submerged crossings.

The analysis indicates that submerged pipeline crossings are complex engineering systems whose reliability is determined by a combination of natural, technical, and operational factors. The most significant influences are exerted by hydrodynamic processes, geotechnical conditions, and corrosion phenomena. Ensuring reliability is only possible through an integrated approach that includes the improvement of construction technologies, the application of modern protection methods, and effective monitoring of the technical condition of pipelines.

References

1. Eum T. S., Shin E. T., Park J. P., Song C. G. Safety Assessment of Gas Pipelines Crossing River through Hydrodynamic Analysis. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 19, p. 9147. https://doi.org/10.3390/app14199147

2. Yang Z., Xiang Q., He Y., Peng S., Faber M. H., Zio E., Zuo L., Su H., Zhang J. Resilience of Natural Gas Pipeline System: A Review and Outlook. Energies. 2023. Vol. 16, No. 17, p. 6237. https://doi.org/10.3390/en16176237

3. Li Z., Liang Y., Liang Y., Liao Q., Wang B., Huang L., Zheng J., Zhang H. Review on intelligent pipeline technologies: A life cycle perspective. Computers & Chemical Engineering. 2023. Vol. 175, p. 108283. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2023.108283

4. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

5. Parra V., Aguilera-Fuentes P., Muñoz E. Identifying advantages and drawbacks of two hydrological models based on a sensitivity analysis: A study in two Chilean watersheds. Hydrological Sciences Journal/Journal des Sciences Hydrologiques. 2018. Vol. 63, pp. 1831–1843.

APPLICATION OF TRENCHLESS TECHNOLOGIES FOR LAYING OIL PIPELINES

Dnipro University of Technology

Stanislav Kaidash, Student 185-23sk-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science,**
Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev

Trenchless pipeline installation technologies involve minimal disturbance to the ground surface and water bodies [1, 2]. The main methods include: horizontal directional drilling (HDD)–installation of pipelines beneath riverbeds or canals without excavation; microtunneling technologies–use of specialized tunneling machines for pipeline installation; and pipe jacking or pipe pulling methods–mechanical or hydraulic installation of pipes through pre-formed channels [3, 4].

The advantages of these technologies include minimal environmental impact, reduced construction time and costs, and the ability to pass through complex engineering or natural obstacles [5, 6].

Traditional trench methods for pipeline installation across water obstacles often have several limitations, including the need to excavate river or lake beds, significant impact on aquatic ecosystems, high labor and material costs, and the complexity of construction under variable water levels and flow conditions [7]. Trenchless methods help to avoid these issues, reduce the risk of water pollution, and ensure safe and efficient pipeline installation [8].

Horizontal directional drilling (HDD) involves the use of drilling rigs to create a horizontal bore beneath a water obstacle; drilling fluids are applied to stabilize borehole walls; the pipeline is then pulled through the constructed channel; and precise control of trajectory and depth is achievable.

Microtunneling technologies involve the use of automated tunneling systems, offering high precision and minimal surface impact. These methods are particularly suitable for large-diameter pipelines or challenging ground conditions.

Pipe jacking or pipe pulling methods involve mechanical or hydraulic installation of pipes through pre-drilled channels. These methods are typically applied for short sections and smaller diameters, while maintaining minimal environmental impact.

The selection of a specific trenchless technology depends on several factors, including geological conditions of the soil and waterbed; depth and width of the water obstacle; pipeline diameter and length; environmental constraints; and economic and technological considerations. The appropriate choice of method ensures safe, reliable, and cost-effective pipeline installation.

The key advantages of trenchless technologies include minimal environmental impact, reduced earthworks, shortened construction time, and the ability to operate under complex hydrological conditions.

However, these methods also present certain challenges and limitations, such as high requirements for precise geodetic design, difficulties in quality control of drilled channels, the need for specialized equipment and qualified personnel, and

limitations on pipeline diameter and length for certain methods.

Trenchless technologies represent a modern and efficient solution for pipeline installation across water obstacles. The main methods–horizontal directional drilling, microtunneling, and pipe jacking–allow for reduced environmental impact, shorter construction periods, and increased reliability of installed pipelines. The effectiveness of these technologies depends on geological conditions, pipeline dimensions, and the accuracy of design.

References

1. Chadalawada R. Innovative Trenchless Technologies for Installing Underground Fiber Optic Cables Are Improving Efficiency while Minimizing Environmental Impact. 2024. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11202.70085

2. Thakre G., Kaushal V., Karkhanis E., Najafi M. Evaluation of Life Cycle Cost of Excavation and Trenchless Cured-in-Place Pipeline Technologies for Sustainable Wastewater Applications. Sustainability. 2025. Vol. 17, No. 5, p. 2329. https://doi.org/10.3390/su17052329

3. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

4. Yan X., Ariaratnam S., Dong S., Zeng C. Horizontal Directional Drilling: State-of-the-Art Review of Theory and Applications. Tunnelling and Underground Space Technology. 2018. Vol. 72, pp. 162–173. https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.10.005

5. Adejola F., Nwobodo-Anyadiegwu E. Digital Technologies for Sustainable Construction Project Management: A Systematic Review of Benefits and Challenges. Sustainability. 2025. Vol. 17, p. 11247. https://doi.org/10.3390/su172411247

6. Elmousalami H., Maxy M., Hui F. K. P., Aye L. AI in Automated Sustainable Construction Engineering Management. Automation in Construction. 2025. Vol. 175, p. 106202. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106202

7. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

8. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ УМОВ САХАЛІНСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кашичкін Ілля Андрійович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* д.т.н., професор Судаков А.К.,**

Сахалінські нафтогазоконденсатні родовища є одними з найбільш складних з точки зору геолого-технічних умов буріння. Вони характеризуються поєднанням суворих кліматичних умов, складної геологічної будови, високого пластового тиску та наявності багатофазних флюїдів. У зв'язку з цим ефективне буріння свердловин потребує комплексного аналізу геологічних і технічних факторів, що впливають на вибір технологій, обладнання та режимів буріння.

Метою даної роботи є узагальнення особливостей геолого-технічних умов буріння свердловин на Сахалінських родовищах та визначення ключових факторів, які впливають на ефективність і безпеку бурових робіт.

Сахалінські родовища розташовані в межах континентального шельфу та прибережної зони, що зумовлює складність геологічної будови. Основними продуктивними горизонтами є теригенні відклади мезозойського та кайнозойського віку.

Геологічний розріз характеризується: чергуванням пісковиків, алевролітів та глин; значною неоднорідністю колекторських властивостей; наявністю зон з підвищеним пластовим тиском; присутністю газових шапок та водонасичених пластів. Особливу складність становить наявність слабоконсолідованих порід, які схильні до обвалів та поглинань бурового розчину [1-6]. Крім того, поширені тектонічні порушення, що ускладнюють прогнозування геологічного розрізу.

Геолого-технічні умови буріння на Сахалінських родовищах визначаються такими факторами [7-12]:

- пластові тиски та температури. Для родовищ характерні: аномально високі пластові тиски; значні градієнти тиску; підвищені пластові температури на глибинах. Це вимагає застосування бурових розчинів із ретельно підібраною густиною для запобігання проявам і викидам;

- ускладнення при бурінні. Найбільш поширені ускладнення: обвали стінок свердловини; прихвати бурильної колони; поглинання бурового розчину; газонафтоводопрояви. Ці фактори значно впливають на швидкість буріння та економічну ефективність робіт.

Для ефективного буріння свердловин застосовуються сучасні технологічні рішення. Особливу увагу приділяють властивостям бурового розчину: стабілізація стінок свердловини; контроль пластового тиску; мінімізація поглинань. Застосовуються інгібуючі та обважнені бурові розчини, а також полімерні системи [13,14].

Проектування конструкції свердловини включає: багатоколонні системи обсадження; використання проміжних обсадних колон; цементування з підвищеними вимогами до герметичності. Це дозволяє ізолювати нестійкі та водоносні горизонти.

Основні ризики та їх мінімізація [15]:

- техногенні ризики. До основних ризиків належать: аварії при бурінні; викиди та фонтанування; пошкодження обладнання. Для їх зниження застосовуються: системи протиаварійного захисту (ПВО); автоматизовані системи контролю параметрів буріння; регулярний технічний моніторинг;

- екологічні ризики. Сахалінський регіон має високу екологічну чутливість, тому важливими є: запобігання розливам нафти; контроль утилізації бурових відходів; мінімізація впливу на морські екосистеми;

- кліматичні фактори. Суворий клімат (низькі температури, льодові умови) вимагає:спеціального обладнання; використання морозостійких матеріалів; адаптації технологій буріння.

Подальше підвищення ефективності буріння можливе за рахунок: впровадження цифрових технологій (інтелектуальне буріння); використання систем геонавігації; оптимізації бурових режимів у реальному часі; застосування нових типів бурових розчинів. Також важливим є розвиток екологічно безпечних технологій та автоматизація процесів.

Висновки

Аналіз геолого-технічних умов буріння свердловин на Сахалінських нафтогазоконденсатних родовищах показує, що вони належать до категорії складних і високоризикованих. Основними чинниками, що впливають на процес буріння, є складна геологічна будова, аномально високі пластові тиски, нестійкі породи та суворі кліматичні умови.

Ефективне буріння можливе лише за умови комплексного підходу, що включає: детальне геологічне вивчення; застосування сучасних технологій; ретельне планування конструкції свердловини; впровадження систем безпеки та екологічного контролю.

Таким чином, оптимізація бурових процесів на Сахалінських родовищах є важливим завданням, що потребує постійного вдосконалення технологій і методів роботи.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем’як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем’як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

9. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

10. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

11. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

12. Ratov, B.T., Fedorov, B.V., Syzdykov, A.Kh., Zakenov, S.T., Sudakov A.K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Section Exploration & Mining. 503-514. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.1/s03.062

13. Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Sudakova D., Borash B. (2023). Modeling of drilling water supply wellswith airlift reverse flush agent circulation. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. № 1. 53-60. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053

14. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

15. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

ОСОБЛИВОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ПЕРЕХОДУ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ ЧЕРЕЗ АВТОШЛЯХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кесь Сергій Сергійович, група 185-22з-1
Науковий керівник: к.п.н., доцент Калюжна Т.М.

Капітальний ремонт переходу магістрального газопроводу через автомобільну дорогу є одним із найбільш відповідальних і технологічно складних видів робіт у системі газотранспортної інфраструктури. Це зумовлено необхідністю забезпечення безпеки як самого газопроводу, так і учасників дорожнього руху, а також високими вимогами до надійності газопостачання в умовах інтенсивного антропогенного впливу. Особливості таких переходів визначаються наявністю захисного футляра, в якому прокладається робоча труба, динамічними навантаженнями від транспортних засобів, обмеженим доступом для ремонту та необхідністю погодження всіх робіт з власниками доріг. За даними тендерної документації, вартість таких робіт може сягати десятків мільйонів гривень, що свідчить про їхню високу матеріаломісткість і потребу в спеціалізованому обладнанні.

Основні пошкодження на переходах через автомобільні дороги, як правило, пов'язані з корозією металу в міжтрубному просторі, руйнуванням ізоляційного покриття, пошкодженням ущільнень кінців футляра та механічним зміщенням труби внаслідок просідання ґрунту. Діагностика таких дефектів ускладнена неможливістю прямого огляду та використання стандартних методів неруйнівного контролю. Тому в практиці застосовують комплексний підхід, який включає візуальний огляд доступних ділянок, інструментальне обстеження за допомогою георадарів та інтроскопів, а також контроль електрохімічних потенціалів для виявлення контакту «труба-футляр». У разі виявлення критичних дефектів, таких як наскрізна корозія, тріщини або розриви, необхідне проведення капітального ремонту, який згідно з визначенням включає заміну непридатних ділянок газопроводів, зношених деталей, вузлів та конструкцій.

Вибір технології ремонту визначається ступенем пошкодження, глибиною залягання газопроводу, категорією автомобільної дороги та інтенсивністю руху. Основними методами є повна заміна переходу з розкриттям траншеї, ремонт дефектної ділянки всередині існуючого футляра та бестраншейна заміна з використанням поліетиленових труб. Метод відкритої траншеї, який передбачає розкриття дорожнього покриття, є найбільш традиційним, але й найбільш витратним, оскільки потребує подальшого відновлення дороги. Він застосовується переважно для доріг нижчих категорій або в умовах, коли інші методи неможливі. Для переходів під дорогами I-IV категорій, де розкриття покриття є неприпустимим, пріоритет надається методам ремонту без розтину.

Ремонт дефектної ділянки всередині старого захисного футляра є одним із найбільш поширених бестраншейних методів. Він передбачає вирізання пошкодженої частини труби через технологічні колодязі або шурфи, виконані за межами дорожнього полотна, з наступним протягуванням нової поліетиленової

труби всередину футляра. Ця технологія, відома як метод «труба в трубі», дозволяє зберегти старий сталевий футляр як захисну оболонку, а новий газопровід виконується з поліетилену, який є стійким до корозії та має довший термін служби. Застосування поліетиленових труб при ремонті газопроводів, особливо в умовах перетину доріг, є сучасним світовим трендом, оскільки воно дозволяє скоротити обсяги земляних робіт на 80-90% та зменшити час простою транспортних комунікацій.

Окремим випадком є ремонт дефектів ізоляційного покриття труби всередині футляра, що часто призводить до електричного контакту між ними та прискорює корозію. Для усунення цього явища використовують спеціальні технології, які передбачають свердління отворів у футлярі та заповнення міжтрубного зазору монтажною піною або іншим ізоляційним матеріалом. Це дозволяє не тільки відновити захисний бар'єр, але й стабілізувати просторове положення труби. Важливим етапом після завершення ремонту є відновлення ущільнень на кінцях футляра та герметизація місць виходу газопроводу з землі, які виконуються з використанням діелектричних матеріалів.

Проєктування та виконання капітального ремонту переходів через автомобільні дороги регулюються в Україні низкою нормативних документів. Основними з них є ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання», Правила безпеки систем газопостачання, а також Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів. Ці документи встановлюють вимоги до проектування, матеріалів, технологій виконання робіт, а також до безпеки та охорони праці. Зокрема, вони вимагають обов'язкового контролю якості зварних з'єднань фізичними методами (наприклад, радіографічним або ультразвуковим), а також проведення випробувань відремонтованої ділянки на герметичність підвищеним тиском. Особливу увагу приділяють захисту від корозії, який повинен бути відновлений у повному обсязі, включаючи катодний або протекторний захист.

Перед початком будь-яких робіт на переході через автомобільну дорогу обов'язковим є погодження проекту з організацією, у віданні якої перебуває дорога. Це стосується як тимчасового закриття смуг руху, так і забезпечення безпеки дорожнього руху на час проведення ремонту. Роботи, як правило, виконуються з організацією тимчасових об'їзних шляхів або в нічний час при мінімальній інтенсивності руху. Під час виконання робіт на газопроводі тиск газу в ньому знижують до безпечного рівня, а саму ділянку відключають за допомогою заглушок або кульових кранів.

З метою мінімізації виробничо-технологічних витрат газу, які неминуче виникають при проведенні ремонтних робіт, застосовують спеціальні методики їх нормування. Вони враховують об'єм газу, що витісняється з відключеної ділянки, втрати при продуванні та заповненні, а також технологічні витоки. Ці витрати є невід'ємною частиною процесу капітального ремонту і повинні бути мінімізовані шляхом використання сучасного обладнання та оптимізації технологічних операцій.

Після завершення ремонтних робіт проводиться обов'язкова здача об'єкта в експлуатацію за актом, до якого додаються протоколи випробувань, сертифікати на матеріали та виконавча документація. Особливістю приймання перехо-

ду через автодорогу є необхідність відновлення не тільки газопроводу, але й дорожнього покриття, водовідведення, а також всіх знаків та засобів захисту. Таким чином, капітальний ремонт переходу магістрального газопроводу через автомобільну дорогу є комплексним завданням, яке вимагає поєднання інженерних знань, дотримання суворих нормативних вимог та високої організації праці, а його успішне виконання є запорукою безпечної та безперебійної роботи всієї газотранспортної системи.

Перелік посилань

1. Alfaqs, F., Haddad, J., Fayyad, S., Koroviaka, Y., Rastsvietaiev, V. (2020). Effect of Elevated Temperature on Harmonic Interlaminar Shear Stress in Graphite/Epoxy FRP Simply Supported Laminated Thin Plate Using Finite Element Modeling. International Review of Mechanical Engineering (I.RE.M.E.), 14(8), 523-533. https://doi.org/10.15866/ireme.v14i8.19468

2. Altahir, A. S. M., & Pashchenko, O. (2023). Oil wellhead equipment.

3. Antonchik, V., Hankevich, V., Maltseva, V., Pashchenko, O., Minieiev, S., Kiba, V., ... & Velihina, N. (2024). Universal hydropneumatic shock absorber for drill column. Геотехнічна механіка, (168), 5-16.

4. Bayamirova R., Sudakov A., Togasheva A., Sarbopeyeva M. (2024). Application of flow-diversion technologies to increase oil recovery at the Uzen field. E3S Web of Conferences, 567, 01003 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456701003

5. Bayamirova, R., Sudakov, A., Togasheva, A., & Sarbopeyeva, M. (2024). Application of flow-diversion technologies to increase oil recovery at the Uzen field. In E3S Web of Conferences (Vol. 567, p. 01003). EDP Sciences.

6. Bekeshova Z.B., Ratov B.T., Sudakov A.K., Kozhakhmet K.A., D.A.Sudakova (2024). Assessment of the oil and gas potential of the eastern edge of the northern Ustyurt using new geophysical data. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 5, 5-11. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-5/005

7. Bekeshova, Z. B., Ratov, B. T., Sudakov, A. K., Kozhakhmet, K. A., & Sudakova, D. A. (2024). Assessment of the oil and gas potential of the eastern edge of the northern Ustyurt using new geophysical data. Natsional'nyi Hirnychyi Universytet. Naukovyi Visnyk, (5), 5-11.

8. Bekeshova, Zh.B., Ratov, B.T., Kurmanov, B.K., Khomenko, V.L., Kuttybayev, A.E., Kazimov, E.A., Rastsvietaiev, V.O., & Ishkov, V.V. (2024). Study of the clinoform structure of Paleogene gas reservoirs in the Ustyurt region. SOCAR Proceedings, 2, 3–11. http://dx.doi.org/10.5510/OGP20240401011

9. Biletskiy, M. T., Ratov, B. T., Khomenko, V. L., Borash, B. R., & Borash, A. R. (2022). Increasing the mangystau peninsula underground water reserves utilization coefficient by establishing the most effective method of drilling water supply wells. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022(5), 51-62. doi:10.32014/2518-170X_2022_5_455_51-62

ТИПОВІ ОЗНАКИ ПРОЄКТУ БУРІННЯ ТА ВИДОБУВАННЯ В УМОВАХ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Коваль Кирило Павлович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

В умовах сучасного розвитку нафтогазової галузі проєктування процесів буріння та подальшого видобування вуглеводнів набуває особливого значення як ключовий етап забезпечення ефективного освоєння родовищ. Зростання складності геологічної будови покладів, підвищення вимог до рівня вилучення ресурсів і необхідність скорочення витрат зумовлюють потребу у формуванні обґрунтованих підходів до розробки проєктної документації [1]. Особливу увагу привертають газоконденсатні поклади, які характеризуються багатофазною природою флюїдів і чутливістю до змін пластових умов, що визначає необхідність врахування значного числа факторів – від геологічних і термобаричних параметрів до технологічних рішень, що впливають на ефективність як буріння свердловин, так і їх подальшої експлуатації. В таких умовах проєктування не обмежується окремими інженерними задачами, а набуває комплексного характеру, поєднуючи різні аспекти дослідження та практичної реалізації. Актуальність розгляду типових ознак проєкту буріння та видобування зумовлена необхідністю систематизації підходів до формування технічних рішень, які забезпечують стабільність роботи свердловин і раціональне використання ресурсів. Виділення характерних рис дозволяє не лише узагальнити набутий досвід, а й створити основу для подальшого вдосконалення технологій та підвищення ефективності розробки покладів [2].

Позначений напрямок досліджень відображає сукупність характерних рис і технічних підходів, які визначають зміст та структуру інженерних рішень під час освоєння покладів із багатофазними вуглеводневими системами. Такі проєкти формуються з урахуванням специфіки поведінки газоконденсатних флюїдів, що істотно впливає на всі етапи – від буріння свердловин до організації їх стабільної експлуатації. Однією з ключових ознак є орієнтація проєктних рішень на збереження природного стану продуктивного пласта, що передбачає обґрунтований вибір технологій буріння та розкриття горизонтів, які мінімізують негативний вплив на привибійну зону та запобігають зниженню її проникності. Важливим є також забезпечення герметичності конструкції свердловини, що досягається шляхом раціонального підбору обсадних колон, параметрів цементування та контролю якості виконання робіт.

Проєкт повинен містити рішення, спрямовані на запобігання передчасному випадінню рідкої фази у пласті, що досягається шляхом оптимізації дебітів свердловин, регулювання тиску та вибору відповідних технологічних режимів роботи. До типових ознак належить також комплексність підходу до дослідження і контролю параметрів пласта. У проєкті передбачається проведення геофізичних досліджень, випробувань свердловин, а також аналіз отриманих даних для уточнення характеристик колектора та оцінки ефективності прийня-

тих рішень. Це дозволяє своєчасно коригувати технологічні параметри і підвищувати точність прогнозів. Ще однією важливою рисою є орієнтація на максимальне вилучення як газової, так і рідкої складових. Для цього в проєкті передбачаються заходи з інтенсифікації припливу флюїдів.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХПІ». – Полтава: ТОВ “АСМІ”, 2018. – 415 с.

2. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Y.A., Pavlychenko, A.V., Rastsvietaiev, V.O., & Askerov, I.K. (2023). Determining key features of the operation of percussion downhole drilling machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1254*(1), 012053.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ ДЛЯ УМОВ ПРИЛУЦЬКОГО РОДОВИЩА НАФТИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Козюпа Андрій Вікторович, група 185-22з-1
***Наукові керівники*: д.т.н., професор Судаков А.К.,**
асистент Шумов А.С.

У сучасних умовах розробки нафтових родовищ України особливо актуальним є підвищення ефективності спорудження та експлуатації свердловин у складних гірничо-геологічних умовах. До таких родовищ належить Прилуцьке нафтове родовище, яке характеризується наявністю слабкозцементованих піщаних колекторів. У таких умовах при експлуатації свердловин виникає ряд проблем, зокрема винесення піску, зниження дебіту, замулювання привибійної зони та зменшення терміну служби свердловини.

Одним із найбільш поширених способів запобігання винесенню піску є використання блокових гравійних фільтрів. Вони створюють додатковий бар'єр, який затримує частинки породи та забезпечує стабільність привибійної зони. Однак аналіз існуючих конструкцій блокових гравійних фільтрів показує, що вони мають ряд суттєвих недоліків. Зокрема, при використанні традиційних в'яжучих матеріалів (епоксидні смоли, клеї БФ, поліуретан) відбувається часткове перекриття порового простору, що призводить до зниження проникності та збільшення гідравлічного опору. Крім того, можуть утворюватися так звані тупикові пори, які не беруть участі у фільтрації [1, 2].

Також відомі конструкції, в яких використовуються тимчасові в'яжучі матеріали (наприклад, на основі замороженої води з желатином), мають обмеження щодо температурних умов. При підвищенні температури такі матеріали втрачають свої властивості, що може призвести до передчасного руйнування фільтра.

У зв'язку з цим виникає необхідність розробки більш ефективної технології спорудження свердловин, яка б забезпечувала як високу міцність конструкції на етапі спуску, так і високі фільтраційні характеристики під час експлуатації [3].

У роботі запропоновано використання удосконаленого блокового гравійного фільтра, який виконаний у вигляді пористого циліндра з гравійною набивкою. Особливістю конструкції є застосування цементного розчину як закріплюючого матеріалу та модифікованого крохмалю як розмонолічуючого компонента.

Технологія передбачає виготовлення фільтра на поверхні у спеціальній формі, яка відповідає геометрії фільтрової колони. Це дозволяє забезпечити якісне формування гравійного шару, рівномірний розподіл компонентів та контроль параметрів фільтра ще до його спуску у свердловину. Такий підхід значно підвищує надійність конструкції та зменшує ризик виникнення дефектів [4,5].

Після виготовлення фільтр монтується разом із фільтровою колоною та спускається у свердловину як єдина конструкція. У процесі експлуатації під дією пластових вод модифікований крохмаль поступово вимивається, що призводить до розмонолічування гравійної структури. У результаті гравій рівномірно розподіляється навколо фільтрової колони, формуючи природну гравійну обсипку з високою пористістю та проникністю [6,7].

Запропонована технологія поєднує в собі переваги блокових і насипних гравійних фільтрів. На етапі транспортування та спуску забезпечується висока механічна міцність, а під час експлуатації формується ефективне фільтраційне середовище.

Для умов Прилуцького родовища це має особливо важливе значення, оскільки дозволяє:

- зменшити винесення піску з продуктивного пласта;
покращити фільтраційні властивості привибійної зони;
- забезпечити стабільну роботу свердловини;
- підвищити дебіт;
- збільшити термін експлуатації свердловин.

Використання модифікованого крохмалю як розмонолічуючого матеріалу дозволяє уникнути залежності від температурних умов, що є важливим фактором для нафтових свердловин. Запропонована технологія також є більш екологічною та економічно доцільною, оскільки спрощує процес виготовлення і транспортування фільтрів та зменшує загальні витрати.

Висновки:

1. Проведений аналіз умов експлуатації свердловин Прилуцького нафтового родовища показав, що основними проблемами є винесення піску, зниження проникності та нестабільність привибійної зони, що потребує застосування ефективних фільтраційних систем.

2. Встановлено, що традиційні блокові гравійні фільтри мають суттєві недоліки, пов’язані зі зниженням ефективної пористості та збільшенням гідравлічного опору через використання в’яжучих матеріалів, які перекривають поровий простір.

3. Запропоноване технічне рішення є економічно доцільним, технологічно простим у реалізації та може бути рекомендоване до практичного впровадження при спорудженні нафтових свердловин у складних гірничо-геологічних умовах.

Перелік посилань:

1. Судаков, А.К., Шумов, А.С. (2025). Інноваційне в’яжуче блокових гравійних фільтрів глибоких експлуатаційних свердловин. Науковий вісник ДонНТУ, (1), 246–254. https://doi.org/10.31474/2415-7902-2025-1-14-246-254

2. Судаков, А. К., Дреус, А. Ю., Гапіч, Г. В., Шумов, А. С. (2025). Технологія обладнання бурових свердловин біорозчинними блоковими гравійними фільтрами. Інструментальне матеріалознавство, (28), 28–39. https://doi.org/10.33839/2708-731X-28-1-28-39

3. Судаков, А. К., Ратов, Б. Т., Шумов, А. С., & Сарбопеєва, М. Д. (2025).

Дослідження фізико-механічних властивостей біополімерного гравійного композиту блокових фільтрів гідрогеологічних свердловин. Мінеральні ресурси України, (4), 48-53. https://doi.org/10.31996/mru.2025.4.48-53

4. Pashchenko, O., Rastsvietaiev, V., Davydenko, O., Shumov, A., & Voita, M. (2025). Computer modeling and analysis of filtration flows in heterogeneous porous media. Geotechnical Mechanics, 172, 65–75. https://doi.org/10.15407/geotm2025.172.065

5. Sudakov, A., Sarbopeyeva, M., Isakova, M., Narbayev, M., Aliakbar, M., & Shumov, A. (2026). Results of research into the physical and mechanical properties of biopolymer gravel composite block filters for hydrogeological wells. Advances in Science and Technology, 172, 226–237. https://doi.org/10.4028/p-8G1x4s

6. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

7. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF UNDERWATER PASSAGES USING HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING

Dnipro University of Technology

Mariia Koroviaka, Student 185-22-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science,**
Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev

Submerged pipeline crossings are designed for the installation of engineering utilities across water obstacles such as rivers, lakes, and reservoirs [1, 2]. They represent important components of trunk oil and gas pipeline systems and ensure the continuity of energy transportation [3, 4].

Traditional methods for constructing submerged crossings involve laying the pipeline in a trench on the bed of a water body [5]. However, such methods have several disadvantages, including significant environmental impact, difficulties in performing works under complex hydrological conditions, and high risks of pipeline damage [6, 7].

In this regard, trenchless technologies are becoming increasingly widespread, among which the method of horizontal directional drilling occupies a special place.

Horizontal directional drilling (HDD) is a modern trenchless technology for pipeline installation that allows operations to be carried out without disturbing the integrity of the water body surface.

The essence of the method lies in drilling a borehole along a predetermined trajectory, followed by its enlargement and subsequent pullback of the pipeline. The main stages of HDD include: pilot bore drilling; borehole enlargement (reaming); and pipeline pullback.

The key advantages of this method include minimal environmental impact; the possibility of pipeline installation under complex conditions; increased safety and reliability; and reduced construction time.

The efficiency of HDD largely depends on the conditions of its application. The main factors include: engineering-geological conditions–soil type, strength, and stability; hydrogeological conditions–groundwater level and filtration properties; the length and depth of the crossing; pipeline diameter; and the presence of natural or anthropogenic obstacles. Failure to consider these factors may lead to drilling complications or emergency situations.

The key parameters determining the efficiency of the horizontal directional drilling process include: borehole trajectory; radius of curvature; drilling fluid and its properties; pressure and flow rate of the drilling fluid; drilling and pullback speed; and pulling force during pipeline installation. Proper selection and control of these parameters ensure successful execution of the works and reduce the risk of complications.

Despite its significant advantages, the HDD method involves a number of challenges and risks, including borehole wall collapse; loss of drilling fluid; sticking of the drilling tool; exceeding the allowable pulling force; and pipeline damage

during pullback. Environmental risks associated with the leakage of drilling fluid into the aquatic environment are also possible.

To improve the efficiency of constructing submerged crossings using HDD, the following directions of enhancement are applied: optimization of the drilling trajectory; use of advanced drilling fluids; implementation of navigation and control systems; improvement of pipeline pullback technology; use of high-strength pipeline materials; and introduction of real-time monitoring systems. These measures make it possible to reduce risks, improve the quality of work, and decrease costs.

Horizontal directional drilling is an effective modern technology for constructing submerged pipeline crossings, offering significant advantages over traditional methods. At the same time, its application requires consideration of a wide range of technical and natural factors. The improvement of HDD technological solutions is an important direction for increasing the efficiency and reliability of pipeline transport systems.

References

1. Yang Q., Yang Q. Experimental Investigation of the Local Scour Characteristics of Pipelines Crossing Rivers. Water. 2026. Vol. 18, No. 7, p. 821. https://doi.org/10.3390/w18070821

2. Russo W. Protection of Pipelines Uncovered in Crossing River: A Case Study. ASME 2013 International Pipeline Geotechnical Conference. 2013.

3. Sagin S., Madey V., Sagin A., Stoliaryk T., Fomin O., Kučera P. Ensuring Reliable and Safe Operation of Trunk Diesel Engines of Marine Transport Vessels. Journal of Marine Science and Engineering. 2022. Vol. 10, No. 10, p. 1373. https://doi.org/10.3390/jmse10101373

4. Hopkins P. The Structural Integrity of Oil and Gas Transmission Pipelines // Comprehensive Structural Integrity. Vol. 1. 2007. Pp. 87–123. https://doi.org/10.1016/B0-08-043749-4/01004-1

5. Lazzarin D., Massimo F. Method and system of laying underwater pipelines in the bed of a body of water. Patent WO2009141409A2. 2009. https://patents.google.com/patent/WO2009141409A2/en

6. Brzhanov R., Sadueva G. Environmental Problems of Pipeline Leakages and Their Earlier Diagnosis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1061, p. 012055. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1061/1/012055

7. Tuninetti V., Huentemilla M., Gómez Á., Oñate A., Menacer B., Narayan S., Montalba C. Evaluating Pipeline Inspection Technologies for Enhanced Corrosion Detection in Mining Water Transport Systems. Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 3, p. 1316. https://doi.org/10.3390/app15031316

ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ПРОМИСЛОВОГО НАФТОЗБІРНОГО КОЛЕКТОРА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кравченко Микола Анатолійович, група 185-23зск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Будівництво промислового нафтозбірного колектора є складним інженерним завданням, яке потребує чіткої організації всіх етапів робіт. Нафтозбірні колектори є важливою ланкою системи збору та підготовки нафти, призначеною для транспортування продукції свердловин до центральних збірних пунктів. Вони працюють в умовах високого тиску та в агресивному середовищі, що містить нафту, газ, воду та механічні домішки. Тому організація їх будівництва має ґрунтуватися на нормативних документах, глибокому вивченні інженерно-геологічних умов та сучасних технологічних рішеннях.

Першим етапом є проектування колектора. Згідно з українськими нормативними актами, такими як ВБН В.2.2-58.1-94 «Проектування складів нафти і нафтопродуктів», проектування нафтозбірних систем ведеться спеціалізованими організаціями з урахуванням конкретних геологічних умов родовища. На цьому етапі визначаються траса колектора, його діаметр, матеріал труб, запірно-регулююча арматура, а також заходи з антикорозійного захисту та охорони навколишнього середовища. Важливим аспектом є вибір матеріалу: крім традиційних сталевих труб, все частіше застосовуються полімерні, зокрема склопластикові. Як показують дослідження, виконані на Анастасівському родовищі Сумської області, склопластикові колектори можуть бути чутливими до просідних властивостей ґрунтів, що вимагає особливо ретельного вивчення геологічної будови траси.

Організація будівництва розпочинається з підготовчих робіт. Цей етап включає розчищення та планування траси, підготовку робочих майданчиків для зварювальних та ізоляційних робіт, а також забезпечення доступу до траси будівельної техніки. Важливою частиною є отримання дозвільної документації, зокрема погодження з місцевими органами влади та власниками земельних ділянок. Для мінімізації екологічного впливу на цьому етапі розробляється план поводження з відходами та захисту ґрунтів. Наступним кроком є виконання земляних робіт: розробка траншеї необхідної глибини та ширини. Глибина закладання колектора залежить від глибини промерзання ґрунту в регіоні та наявності інших комунікацій, а ширина траншеї визначається діаметром труби та необхідністю забезпечення безпечного виконання монтажних робіт.

Після підготовки траншеї виконується монтаж трубопроводу. Цей етап включає зварювання окремих труб у довгомірні плети, контроль якості зварних з'єднань, нанесення ізоляційного покриття, а також укладання труб у траншею. Для великих діаметрів (понад 300 мм) застосовують автоматичне зварювання, яке забезпечує високу продуктивність та якість. Контроль якості зварних швів є обов'язковим і виконується неруйнівними методами, такими як радіографічний або ультразвуковий. Паралельно з монтажем трубопроводу виконується вста-

новлення запірно-регулюючої арматури, вимірювальних вузлів та іншого обладнання, передбаченого проектом. Після завершення монтажу колектор піддається гідравлічному випробуванню на міцність та герметичність. Для цього ділянку трубопроводу заповнюють водою та підвищують тиск до значення, що перевищує робоче. Випробування дозволяє виявити можливі дефекти зварних з'єднань та самого трубопроводу до засипки траншеї.

Особливу увагу при будівництві нафтозбірних колекторів приділяють захисту від корозії. Згідно з ДСТУ 7703:2015, застосовують пасивні (ізоляційні покриття) та активні (електрохімічний захист) методи. Ізоляційне покриття наноситься на трубу перед укладанням у траншею і повинно мати високу адгезію, суцільність та діелектричні властивості. Електрохімічний захист забезпечується станціями катодного захисту, які створюють на поверхні труби катодну поляризацію, або протекторами, що виготовляються з цинку, магнію або алюмінієвих сплавів. Система електрохімічного захисту має бути спроектована з урахуванням корозійної агресивності ґрунту та наявності блукаючих струмів.

Організація будівництва нафтозбірного колектора включає також розробку та впровадження заходів з охорони навколишнього середовища. До них належить рекультивація земель після завершення будівництва, запобігання потраплянню нафтопродуктів у ґрунт та водні об'єкти, а також дотримання вимог пожежної та промислової безпеки. Будівельний майданчик повинен бути обладнаний засобами первинного пожежогасіння, а персонал має пройти навчання з безпеки. Важливим є також забезпечення контролю за дотриманням технологічної дисципліни та якістю виконання робіт, що досягається проведенням операційного контролю та авторського нагляду з боку проектної організації.

Після успішного завершення випробувань та усунення виявлених дефектів траншея засипається з пошаровим ущільненням ґрунту. Потім виконується благоустрій території, встановлення попереджувальних знаків та огороджень. Оформлюється виконавча документація, яка включає акти на приховані роботи, протоколи випробувань, сертифікати на матеріали та обладнання. Після цього колектор здається в експлуатацію замовнику. Таким чином, організація будівництва промислового нафтозбірного колектора є комплексним, багатоетапним процесом, успіх якого визначається ретельним плануванням, якісним виконанням усіх технологічних операцій та суворим дотриманням нормативних вимог. Подальший розвиток досліджень у цій галузі буде спрямований на вдосконалення методів неруйнівного контролю, створення нових матеріалів та технологій, а також впровадження цифрових систем моніторингу процесу будівництва в реальному часі.

Перелік посилань

1. Мотрій, О. В., & Пащенко, О. А. (2024). Конструктивні особливості електродегідраторів зневоднення нафти.

2. Соколов, Т. О., & Коровяка, Є. А. (2024). Конструктивні особливості ректифікаційних колон.

ПИТАННЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ОСВОЄННЯ НАФТОВИХ ПОКЛАДІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Крикун Артем Іванович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

Нині буріння свердловин і освоєння нафтових покладів є ключовими етапами забезпечення ефективного видобутку вуглеводнів [1]. Зростання складності геологічних умов і підвищення вимог до рівня вилучення ресурсів зумовлюють необхідність застосування обґрунтованих інженерних рішень. Це вимагає комплексного підходу до проєктування та реалізації технологічних процесів, спрямованих на стабільну роботу свердловин і раціональне використання ресурсів.

Позначена тема охоплює широкий спектр науково-технічних і виробничих завдань, спрямованих на ефективне розкриття, дослідження та залучення нафтових ресурсів до промислової розробки. В сучасних умовах цей напрям набуває особливої актуальності у зв’язку зі зростанням складності геологічної будови родовищ, необхідністю підвищення коефіцієнта вилучення нафти та забезпечення економічної доцільності бурових робіт. Процес буріння свердловин є початковим і визначальним етапом освоєння нафтових покладів [2]. Він передбачає врахування геолого-технічних умов, включаючи глибину та будову розрізу, наявність зон аномально високих або низьких пластових тисків, тріщинуватість порід і можливі ускладнення. Обґрунтування конструкції свердловини, вибір діаметрів і глибин спуску обсадних колон, параметрів цементування та режимів буріння мають забезпечувати надійність і безпеку робіт, а також створювати передумови для ефективного розкриття продуктивних горизонтів.

Слід також зауважити, що особливу увагу приділяють властивостям бурових розчинів, які виконують ряд критично важливих функцій: стабілізують стінки свердловини, забезпечують винесення шламу, регулюють гідростатичний тиск і водночас впливають на стан привибійної зони. Невірно підібрані параметри можуть призвести до забруднення пласта, зниження його проникності та подальших втрат продуктивності. Освоєння свердловин є наступним ключовим етапом, що включає комплекс заходів, спрямованих на виклик і стабілізацію припливу нафти. У цей період важливо мінімізувати негативний вплив буріння на пласт і відновити або покращити його фільтраційні властивості. Для цього застосовуються різні технології: перфорація обсадної колони, кислотні обробки, гідророзрив пласта та інші методи інтенсифікації, вибір яких залежить від типу колектора і характеристик покладу. Значну роль у процесі освоєння відіграють геофізичні та гідродинамічні дослідження свердловин. Вони дозволяють уточнити параметри пласта, визначити ефективні інтервали роботи, оцінити ступінь насичення та продуктивність, а також виявити можливі проблеми, пов’язані з нерівномірним дренуванням або наявністю бар’єрів у пласті. Отримані дані є основою для прийняття рішень щодо раціоналізації режимів експлуатації.

В подальшій роботі свердловин важливим є правильне регулювання ре-

жимів відбору нафти. Надмірна інтенсивність видобутку може призводити до швидкого падіння пластового тиску, прориву води або газу, тоді як недостатній відбір знижує економічну ефективність розробки. Тому застосовуються методи контролю і управління, включаючи моделювання фільтраційних процесів, аналіз динаміки показників роботи свердловин та адаптацію технологічних параметрів.

Перелік посилань

1. Vaddadi, N. (2015). *Introduction to oil well drilling*. Bathos publishing.

2. Ihnatov, A., Yavorska, O., & Askerov, I. (2025). Operating principles of downhole hydraulic impact machines with controlled impulse formation. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, *83*, 298–314. https://doi.org/10.33271/crpnmu/83.298.

ВИЗНАЧАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ПРОЄКТУВАННЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кудим Володимир Олександрович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

В сучасній практиці нафтогазовидобувної галузі проєктування процесів буріння та організації видобутку набуває стратегічного значення як основа ефективного освоєння ресурсів. Ускладнення умов залягання вуглеводневих покладів, підвищення вимог до точності інженерних рішень і необхідність мінімізації виробничих ризиків зумовлюють перехід до більш системного та науково обґрунтованого підходу до планування робіт. Важливим аспектом тут є узгодження параметрів буріння з подальшими умовами експлуатації свердловин, що дозволяє забезпечити їх довготривалу продуктивність і стабільність функціонування [1]. При цьому враховуються як природні характеристики геологічного середовища, так і технологічні можливості сучасного обладнання та методів впливу на пласт. Зростаюча роль інноваційних технологій сприяє підвищенню рівня обґрунтованості прийнятих рішень і зниженню невизначеності на всіх етапах реалізації проекту, що створює передумови для раціоналізації виробничих процесів і підвищення ефективності використання ресурсної бази.

Вказана тема охоплює сукупність принципових підходів і факторів, які формують зміст інженерних рішень на етапі планування робіт із освоєння вуглеводневих покладів. Проєктування в даному випадку виступає як комплексний процес, що поєднує геологічний аналіз, технічні розрахунки та технологічне обґрунтування параметрів буріння і подальшої експлуатації свердловин. Однією з визначальних особливостей є інтеграція геологічної інформації у процес прийняття технічних рішень. Дані про будову покладу, фізико-механічні властивості порід, пластові тиски і температури безпосередньо впливають на вибір конструкції свердловини, режимів буріння та способів розкриття продуктивних горизонтів. Від точності цієї інформації залежить ефективність усього проєкту. Важливою рисою є також необхідність забезпечення надійності та безпеки бурових робіт. Це передбачає обґрунтування параметрів обсадних колон, технологій цементування, вибір бурових розчинів і контроль гідродинамічних умов у свердловині. Проєктні рішення повинні враховувати можливі ускладнення та передбачати заходи з їх попередження [2].

Суттєвою особливістю є орієнтація на збереження та ефективне використання фільтраційно-ємнісних властивостей продуктивного пласта, що досягається шляхом вибору прийнятних методів розкриття, мінімізації пошкодження привибійної зони та застосування технологій інтенсифікації припливу. В цьому контексті важливим є узгодження параметрів буріння з вимогами подальшої експлуатації свердловин.

Проєктування також характеризується необхідністю врахування економічних і екологічних аспектів. Скорочення витрат, раціональне використання ре-

сурсів і зниження впливу на довкілля є невід'ємними складовими сучасних інженерних рішень, що вимагає застосування системного підходу до оцінки ефективності. Визначальні особливості процесу проєктування буріння свердловин і видобування вуглеводнів полягають у комплексності підходу, інтеграції геологічних і технічних даних, орієнтації на ефективність і безпеку, а також у використанні сучасних підходів.

Перелік посилань

1. Azar, J.J., & Robello, S.G. (2007). *Drilling Engineering*. PennWell Books.

2. Ihnatov, A., Yavorska, O., & Askerov, I. (2025). Operating principles of downhole hydraulic impact machines with controlled impulse formation. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, *83*, 298–314. https://doi.org/10.33271/crpnmu/83.298.

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лепеха Костянтин Вікторович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.п.н., доцент Калюжна Т.М.**

Система технічного обслуговування та ремонту (ТО і Р) об'єктів магістральних нафтопроводів відіграє вирішальну роль у забезпеченні їх безпечної, надійної та економічно ефективної експлуатації. Особливої актуальності це питання набуває для України, де значна частина нафтотранспортної інфраструктури, зокрема магістральні нафтопроводи, має тривалий термін експлуатації, що перевищує 40, а в деяких випадках і 45 років. Така тривала експлуатація в умовах корозійного впливу, механічних навантажень та інших деградуючих факторів призводить до накопичення дефектів у металі труб та зварних з'єднаннях, що потребує регламентованого підходу до підтримання їхнього працездатного стану. Згідно з вимогами нормативної документації, технічне обслуговування визначається як комплекс операцій з підтримання нормативного технічного стану магістрального нафтопроводу без його зупинки або з відключенням окремих ділянок на нетривалий час, тоді як поточний ремонт спрямований на забезпечення або відновлення його працездатності шляхом заміни чи відновлення окремих частин і усунення виявлених дефектів. Ефективна організація цих робіт базується на чіткому розподілі відповідальності, суворому плануванні, використанні діагностичного обладнання та дотриманні вимог безпеки.

Організаційна структура управління технічним обслуговуванням магістральних нафтопроводів в Україні базується на ієрархічному принципі з визначенням чітких зон відповідальності. На рівні лінійної частини основними виконавцями є лінійно-експлуатаційні служби (ЛЕС) виробничих підрозділів, які виконують роботи згідно із закріпленими границями ділянок. Ці служби забезпечують постійний моніторинг стану трубопроводу, проведення планових оглядів та поточного ремонту, а також первинне реагування на відмови. Для виконання більш складних ремонтних робіт залучаються централізовані ремонтні служби (ЦРС) та спеціалізовані підрозділи, які мають відповідну техніку, обладнання та кваліфікований персонал. Взаємодія між ЛЕС, ЦРС та іншими підрозділами регламентується внутрішніми положеннями, що визначають порядок планування, організації та приймання робіт. Ключову роль у цьому процесі відіграють начальники дільниць з ремонту лінійної частини, які керують усім комплексом робіт, починаючи від підготовчих операцій до здачі об'єкта в експлуатацію.

Основним документом, що встановлює систему планово-попереджувальних ремонтів (ППР) для нафтопроводів, є графік планово-попереджувальних ремонтів, який розробляється на основі аналізу технічного стану, даних діагностики та вимог нормативно-технічної документації. Для забезпечення ефективного управління технічним обслуговуванням та ремонтом об'єктів лінійної частини в період експлуатації, встановлюється порядок плану-

вання, організації та проведення заходів ТО і Р, спрямований на досягнення заданого рівня надійності. Цей порядок включає визначення видів і термінів виконання робіт як з технічного обслуговування, так і з поточного ремонту лінійної частини МН. Планування робіт ЛЕС та ЦРС, ведення звітної та виконавчої документації є невід'ємною частиною цього процесу. Крім того, для виконання робіт з технічного обслуговування та ремонтних робіт проєктами передбачаються відповідні об'єкти для розміщення ремонтних підрозділів.

Проведення ремонтних робіт на магістральному нафтопроводі має виконуватися спеціалізованими будівельно-монтажними організаціями або підрозділами згідно з чинними нормативними документами. Роботи з технічного обслуговування та поточного ремонту можуть виконуватись як із зупинкою перекачування нафти, так і без її зупинки, залежно від характеру та небезпеки робіт. Перед початком будь-яких робіт обов'язковим є проведення підготовчих заходів, що включають зняття родючого шару ґрунту, розробку траншеї (розкриття трубопроводу), підготовку робочого майданчика та забезпечення доступу до об'єкта ремонту. Важливо, що на заболоченій місцевості, у гірських умовах та на перетинах з перешкодами, вимоги до підготовчих робіт посилюються та мають свої особливості. Усі роботи, виконані під час ремонту, приймаються інженерно-технічним працівником служби ЛЕС за актом, до якого обов'язково додаються протоколи випробувань, сертифікати на матеріали та інша виконавча документація.

Діагностика технічного стану та інструментальне обстеження трубопроводу є невід'ємною частиною підготовчих робіт до ремонту. Згідно з вимогами ДСТУ 8753:2017, ці заходи дозволяють класифікувати дефекти, визначити обсяги та черговість ремонтних робіт. Завданнями технічного діагностування є контроль технічного стану, пошук та контроль динаміки розвитку дефектів, а також прогнозування технічного стану об'єкта. На основі результатів діагностики приймається рішення про необхідність проведення поточного чи капітального ремонту, а також про методи усунення дефектів. Класифікація дефектів та ремонтних робіт, встановлена цим стандартом, забезпечує єдиний підхід до оцінки технічного стану та вибору технології ремонту для нафтопроводів діаметром до 1220 мм.

Організація робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту повинна неухильно дотримуватись вимог промислової, пожежної та екологічної безпеки, а також охорони праці. Ці вимоги встановлюються низкою нормативних документів, включаючи Правила безпеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів, які регламентують виконання робіт з експлуатації, ремонту та реконструкції основних об'єктів і споруд. Особлива увага приділяється захисту від корозії лінійної частини, організації робіт з ліквідації аварій та інцидентів. Крім того, необхідно дотримуватися Правил охорони магістральних трубопроводів, які встановлюють режим використання земельних ділянок у межах охоронних зон та визначають заборонені види робіт поблизу траси нафтопроводу. Це включає заборону на будівництво, розміщення відвалів ґрунту, виконання вибухових робіт та інші дії, що можуть пошкодити трубопровід. Важливим аспектом організації ТО і Р є належне документальне забезпечення та кон-

троль якості. Система документації включає графіки ППР, ремонтні формуляри, змінні журнали обліку роботи обладнання, акти приймання виконаних робіт. Усі ці документи повинні відповідати встановленим формам та містити достовірну інформацію про виконані роботи, використані матеріали та результати контролю. Кваліфікаційні вимоги до персоналу, який виконує ТО і Р, а також до його чисельного складу, є обов'язковими для дотримання. Це стосується як працівників експлуатуючих організацій, так і персоналу підрядних організацій. Впровадження сучасних систем менеджменту якості та інтегрованих систем управління дозволяє систематизувати процеси, підвищити ефективність контролю та зменшити ризики, пов'язані з людським фактором.

Отже, організація робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту магістрального нафтопроводу є складним багатоетапним процесом, який регламентується чинними нормативними документами та вимагає системного підходу. Ключовими елементами цього процесу є чіткий розподіл відповідальності між підрозділами, ретельне планування на основі графіків ППР та результатів діагностики, суворе дотримання вимог безпеки та охорони праці, а також якісне документальне забезпечення. З огляду на значний знос інфраструктури та необхідність забезпечення надійності нафтотранспортної системи, особливої актуальності набуває подальше вдосконалення системи ТО і Р, впровадження сучасних методів неруйнівного контролю та цифрових технологій моніторингу. Інтеграція систем управління технічним обслуговуванням з автоматизованими системами диспетчерського управління дозволить перейти до більш гнучких, прогнозованих моделей ремонту, що забезпечить зниження експлуатаційних витрат, підвищення безпеки та продовження ресурсу магістральних нафтопроводів.

Перелік посилань

1. Технічне обслуговування магістрального нафтопроводу // Законодавство України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/term/30072[reference:22]

2. Про затвердження Правил безпеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів // Законодавство України. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/go/z1389-07[reference:23]

3. ДСТУ 8753:2017 Магістральні нафтопроводи. Лінійна частина. Ремонт ділянок нафтопроводів діаметром до 1220 мм. Основні положення. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 120 с.

4. Коровяка, Є. А., Ігнатов, А. О., & Расцвєтаєв, В. О. (2021). Особливості бурових робіт при інженерних вишукуваннях і підготовці територій. Інструментальне матеріалознавство, 24(1), 102-113.

5. Судаков, А.К., Гапіч, Г.В., Шумов, А.С., Голуб, Л.В. (2023). Огляд в’яжучих речовин для виготовлення блокових гравійних фільтрів гідрогеологічних свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (26), 49-58.

БАЗОВІ РИСИ ПРОЄКТУ ОСВОЄННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лиман Сергій Миколайович, група 185-23ск-2
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

Роботи з освоєння вуглеводневих покладів є багаторівневим процесом, що поєднує наукові підходи, інженерні рішення та виробничу практику в єдину систему управління ресурсами надр [1]. На початкових стадіях формування проєктних рішень визначається стратегія залучення запасів до розробки, яка повинна враховувати як природні особливості геологічного середовища, так і техніко-технологічні можливості їх реалізації. В сучасних умовах ключового значення набуває здатність проєктів забезпечувати не лише досягнення запланованих обсягів видобутку, а й гнучко реагувати на зміну вихідних даних, що виникає в процесі дослідження та експлуатації покладів, що обумовлює необхідність формування підходів, які поєднують аналітичну обґрунтованість, технологічну ефективність і практичну адаптивність. Розгляд базових рис проєкту дозволяє визначити фундаментальні принципи його побудови, встановити взаємозв'язки між окремими елементами та сформувати цілісне уявлення про механізми забезпечення ефективного використання вуглеводневих ресурсів. Саме на цій основі створюються передумови для підвищення результативності розробки покладів і вдосконалення підходів до управління процесами видобування.

Позначена тема розкриває сукупність фундаментальних принципів і структурних елементів, що визначають логіку формування та реалізації інженерних рішень у процесі залучення запасів до розробки [2]. Такий проєкт виступає як системно організований документ, у якому узгоджуються геологічні передумови, технічні можливості та виробничі цілі. Однією з характерних рис є поетапність формування рішень — від оцінки будови та властивостей продуктивних горизонтів до вибору оптимальної схеми їх дренування. На цій основі визначаються параметри розміщення свердловин, їх кількість, типи та черговість введення в експлуатацію, що забезпечує ефективне охоплення покладу розробкою. Важливою складовою є адаптивність проєкту, яка передбачає можливість коригування прийнятих рішень залежно від фактичних результатів досліджень і експлуатації, що дозволяє враховувати невизначеність геологічної інформації та змінювати підходи до розробки з урахуванням нових даних.

Суттєвою рисою є орієнтація на досягнення раціонального балансу між темпами вилучення вуглеводнів і збереженням енергетичного потенціалу пласта. Це реалізується через вибір раціональних режимів роботи свердловин, контроль за зміною пластових параметрів і впровадження відповідних технологічних заходів.

До базових рис належить також інтеграція технічних і економічних аспектів. Проєкт передбачає оцінку ефективності запропонованих рішень, визначення витрат на їх реалізацію та прогнозування очікуваних результатів, що забезпечує обґрунтованість прийняття управлінських рішень. Крім того, сучасні

проєкти враховують вимоги екологічної безпеки та раціонального природокористування, передбачаючи заходи зі зниження впливу на довкілля та підвищення рівня технологічної надійності. Таким чином, базові риси проєкту освоєння вуглеводневих покладів полягають у системності, поетапності, адаптивності та збалансованості рішень, що забезпечують ефективне та раціональне використання ресурсного потенціалу.

Перелік посилань

1. Azar, J.J., & Robello, S.G. (2007). *Drilling Engineering*. PennWell Books.

2. Ihnatov, A. O., Aziukovskyi, O. O., Stavychnyi, Y. M., Rybachuk, S. A., Askerov, I. K., & Sala, D. (2025). Development of promising technological solutions in the construction wells. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (3), 65–74.

ОСОБЛИВОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ПІДВОДНОГО ПЕРЕХОДУ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Литвиненко Катерина Романівна, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Расцвєтаєв В.О.**

Капітальний ремонт підводного переходу магістрального нафтопроводу є одним із найскладніших і відповідальних завдань у системі трубопровідного транспорту вуглеводнів. Підводні ділянки, як правило, прокладаються на перетинах із природними та штучними водними перешкодами — річками, водосховищами, каналами, озерами. В умовах постійного гідродинамічного навантаження, донної ерозії, корозійної активності водного середовища, а також механічних впливів (якорі, волочіння, сейсмічні явища) ізоляційне покриття та тіло труби зазнають поступового руйнування. Відмова підводного переходу може спричинити не лише значні економічні збитки через зупинку перекачування, але й катастрофічне забруднення водної екосистеми, що робить безпечне та технологічно обґрунтоване виконання капітального ремонту критично важливим. Перед початком капітального ремонту обов'язковим етапом є комплексне обстеження технічного стану переходу. Застосовуються методи внутрішньотрубної діагностики (профілометрія, магнітна дефектоскопія, ультразвукова товщинометрія), а також зовнішні гідролокаційні та багатопроменеві ехолотні зйомки для визначення фактичного положення трубопроводу, глибини залягання, стану дна та наявності вільних провисань. Особливу увагу приділяють виявленню зон із втратою несучої здатності ґрунту, локальних вимивів у місцях виходу труби на берег та на руслових ділянках. Результати діагностики формують основу для вибору технології ремонту — чи то заміна дефектної ділянки із заглибленням, чи то нанесення посиленого захисного покриття без підйому труби, чи то спорудження нового переходу методом спрямованого буріння з демонтажем старого.

Найбільш поширеною технологією капітального ремонту залишається заміна аварійної ділянки трубопроводу з використанням водолазних і підводно-технічних робіт. Процес передбачає попереднє відключення ділянки, витіснення нафти із застосуванням очищувальних пристроїв (свичей) та азоту або води під тиском, а також розрізання труби спеціалізованими підводними фрезами. У разі великих глибин або значної течії застосовують дистанційно керовані підводні апарати (ROV). Далі дефектну частину вилучають, а на її місце встановлюють нову трубу (ремонтну вставку) із заводською ізоляцією підвищеної механічної міцності. З'єднання виконують підводним зварюванням, що належить до найвищого кваліфікаційного рівня, оскільки потребує забезпечення герметичності в умовах вологого середовища, гідростатичного тиску та обмеженої видимості. Використовуються спеціальні зварювальні камери (хабети) або методи мокрого зварювання з контрольованим термічним циклом. Альтернативою підводному зварюванню є застосування механічних з'єднувачів — фланцевих або з натяжними муфтами типу "Грейлок" чи "Пліко". Вони дозволяють уникнути

відкритого вогню та термічного впливу на метал, однак потребують високоточної підготовки торців труби. Після збирання ремонтної вставки виконують її заглиблення (приколку) на проектну відмітку, яка, згідно з сучасними нормами, має бути не менше ніж 1,5–2 м від дна судноплавних річок до верхньої твірної труби. Для фіксації використовують бетонні вантажі, анкерні плити або чанкерні покриття. У разі виявлення значних розмивів дна попередньо виконують берегоукріплювальні та дноукріплювальні роботи (кам'яна накидка, габіони, матраци Рено).

Окремою проблемою є капітальний ремонт переходів, виконаних методом накопичувального буріння або мікротунелювання, коли труба знаходиться у футлярі (кожусі). У таких випадках часто страждає саме футляр — через корозію, порушення гідроізоляції або замулювання міжтрубного простору. Ремонт передбачає промивання каналу, заміну опорних центрувальних кілець, ін'єктування захисних полімерних складів у міжтрубний простір, а за необхідності — нанесення нового антикорозійного покриття на робочу трубу за допомогою роботизованих комплексів, що рухаються всередині футляра. Такі технології знаходяться на стадії активного впровадження і вимагають високої точності позиціонування.

Важливим аспектом капітального ремонту є забезпечення екологічної безпеки. Весь процес супроводжується встановленням бонових загороджень нижче за течією, організацією постійного моніторингу води на вміст нафтопродуктів, а також створенням резервного котловану для аварійного зливу. У разі раптового витоку застосовують сорбційні бонові системи та скімери. Після завершення ремонту обов'язково проводиться очищення дна від технологічного сміття та відновлення порушеного донного біоценозу (наприклад, заселення бентосних організмів на кам'яну накидку).

Не менш значущим є питання продовження ресурсу підводного переходу після капітального ремонту. Рекомендується підсилювати катодний захист (встановлення додаткових протекторів або анодних заземлювачів) та впроваджувати систему безперервного дистанційного контролю стану ізоляції, наприклад, за методом потенціалів постійного струму (DCVG) або за допомогою волоконно-оптичних датчиків деформації, вмонтованих у тіло труби чи бетонне обважження. Сучасна практика також передбачає післяремонтне трасування переходу гідролокатором бічної оглядовості та повторну батиметричну зйомку для верифікації відсутності недопустимих провисань. Техніко-економічне порівняння показує, що капітальний ремонт існуючого переходу часто є більш доцільним, ніж будівництво нового обходу, навіть з урахуванням складності підводних робіт. Однак у випадках, коли труба має множинні дефекти типу корозійної втоми або розшарування металу, а глибина води перевищує 20 м за швидкості течії більше 1,5 м/с, фахівці схиляються до варіанта "труба в трубі" — прокладання нової нитки всередині старого кожуха або поряд із ним із подальшою консервацією зруйнованої ділянки. Такий підхід дозволяє виконати роботи без зупинки перекачування, використовуючи тимчасовий байпас.

У висновку слід наголосити, що успішність капітального ремонту підводного переходу магістрального нафтопроводу визначається трьома факторами:

якістю передремонтної діагностики, рівнем технологічної оснащеності водолазно-ремонтного комплексу та суворим дотриманням вимог промислової безпеки й охорони водного середовища. Розвиток безводолазних (роботизованих) технологій, удосконалення підводних з'єднувачів і полімерних композитних бандажів для тимчасового підсилення дефектів створюють передумови для підвищення надійності та довговічності підводних переходів у найближчі десятиліття. Подальші дослідження варто зосередити на адаптації методів неруйнівного контролю для умов каламутної води та розробці вітчизняних стандартів на проєктування ремонту з урахуванням реального ресурсу зварних з'єднань після тривалої експлуатації.

Перелік посилань

1. Голенок, А. В., & Хоменко, В. Л. (2022). Основні причини газонафтопроявів та способи їх виявлення.

2. Ігнатов, А.О., Ставичний, Є.М. (2021). Геологічні й техніко-технологічні особливості кріплення нафтогазових свердловин з урахуванням фізико-хімічного стану їх стовбурів. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (24), 87-102. http://www.ism.kiev.ua/images/24_2021.pdf

3. Ігнатов, А.О., Давиденко, О.М., Хоменко, В.Л., Пащенко, О.А., Яворська, В.В., Шипунов, С.О., Ткаченко, Я.С. (2022). Перспективи застосування немеханічних способів буріння. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (25), 106-118.

4. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". – Дніпро : НТУ "ДП", 2020. – 293 с.

5. Ігнатов, А.О. (2023). Визначення змісту окремих складових технологічного процесу гідромеханічного буріння свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (26), 39-49.

6. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Shypunov, S. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012004

7. Павличенко, А.В., Ігнатов, А.О., Аскеров, І.К. (2024). Техніко-технологічні особливості ударних машин для буріння свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (27), 88-99.

8. Bekeshova, Zh.B., Ratov, B.T., Kurmanov, B.K., Khomenko, V.L., Kuttybayev, A.E., Kazimov, E.A., Rastsvietaiev, V.O., & Ishkov, V.V. (2024). Study of the clinoform structure of Paleogene gas reservoirs in the Ustyurt region. SOCAR Proceedings, 2, 3–11. http://dx.doi.org/10.5510/OGP20240401011

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

НТУ «Дніпров ська політехніка»

Лихобаба Вадим Григорович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Проєктування експлуатаційної свердловини є фундаментальним етапом, що визначає технічну можливість, економічну доцільність та безпеку всього подальшого видобутку вуглеводнів. Конструкцією свердловини називається схема її улаштування, яка включає сукупність даних про кількість обсадних колон та інтервали їх спуску, діаметри обсадних колон та доліт для буріння ствола під кожну колону, а також інтервали цементування. Метою кріплення є створення герметичного і довговічного каналу для транспортування флюїдів, закріплення стінок свердловини, ізоляції продуктивних пластів один від одного і від денної поверхні, а також створення умов для монтажу гирлового та експлуатаційного обладнання.

Проєктування конструкції зазвичай виконують методом «знизу-вверх», починаючи з вибору кінцевого діаметра буріння. Цей підхід дозволяє забезпечити одержання якісної проби в необхідній кількості та проведення комплексу намічених досліджень. Діаметр експлуатаційної колони вибирають, виходячи з максимально очікуваних дебітів флюїдів на різних стадіях експлуатації, або за вказівкою замовника. Після цього проектують діаметри доліт та решти колон, забезпечуючи необхідні технологічні зазори між ними.

Ключовим елементом конструкції є обсадні колони. Розрізняють такі основні колони: напрямна (найбільшого діаметру та найменшої довжини, призначена для запобігання розмиву усті свердловини та фіксації напрямку буріння); кондуктор (друга колона, яка кріпить нестійкі породи у верхній частині свердловини); проміжна колона (третя колона, яка спускається у разі виникнення геологічних ускладнень); експлуатаційна колона (призначена для роз'єднання продуктивних шарів та ізоляції їх від інших горизонтів). Обсадні труби та їх з'єднання мають бути ретельно розраховані на міцність, особливо для похилоскерованих свердловин, де додатково виникають згинальні моменти, що знижує міцнісні характеристики труб.

Цементування обсадних колон (тампонування) є критичним етапом для забезпечення герметичності та довговічності свердловини. Простір між колоною труб і стінкою свердловини заповнюється спеціальним тампонажним розчином, який після схоплювання утворює міцний та непроникний камінь. Інтервали цементування залежать від геологічних умов та конструкції свердловини. Після закінчення буріння та спуску колон, експлуатаційну колону цементують швидко, з дотриманням технологічного регламенту.

Особливу увагу при проєктуванні приділяють конструкції вибою — інтервалу стовбура навпроти продуктивного пласта, де забезпечується сполучення свердловини з пластом. Устаткування вибою призначене для запобігання руй-

нуванню пласта і виносу твердих частинок, а також для ізоляції обводнених пропластків, і при цьому повинно мати якомога менший опір потоку флюїду. Типи вибою включають:

- Відкритий вибій: найпростіша конструкція, коли стовбур свердловини не перекривається, але утруднює вибіркову дію на окремі пласти.
- Вибій, перекритий хвостовиком колони: колону спускають до вибою, а потім перфорують навпроти пласта.
- Вибій, обладнаний фільтром: застосовується у слабозцементованих породах для запобігання виносу піску. Фільтр складається з надфільтрової труби, робочої частини (власне фільтра) та відстійника.
- Перфорований вибій: після спуску та цементування колони в ній створюють отвори за допомогою перфораторів. Сучасні технології перфорації забезпечують фізичний зв'язок між пластом і свердловиною, створюючи канали для руху вуглеводнів.

Сучасне проєктування все частіше включає геомеханічне моделювання, яке дозволяє прогнозувати стійкість стінок свердловини, поведінку порід при бурінні та в процесі експлуатації. Це особливо важливо для проєктування похило-скерованих і горизонтальних свердловин, частка яких у загальному обсязі буріння постійно зростає. Кріплення таких свердловин ускладнюється дією згинальних моментів на обсадні колони, тому чинні нормативні документи потребують удосконалення в цій частині.

Нормативна база проєктування в Україні включає такі основні документи, як ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання», Правила безпеки систем газопостачання, Кодекс України «Про надра» та інші галузеві стандарти. Для водозабірних свердловин діють Водний кодекс України, ДБН В.2.5-74-2013 «Водопостачання» та методичні рекомендації з проєктування. Ці документи визначають вимоги до конструкції, розрахунків, матеріалів та безпеки. Особливістю проєктування є прагнення до найбільш простої та малоступеневої конструкції свердловини з можливо меншими діаметрами для зниження її вартості.

Таким чином, проєктування експлуатаційної свердловини — це комплексна науково-технічна задача, яка базується на глибокому аналізі геолого-промислових даних, застосуванні сучасних методів розрахунку та моделювання, а також суворому дотриманні нормативних вимог. Кінцева мета — створення надійної, безпечної та довговічної гідродинамічної системи, яка забезпечує максимально ефективне та економічно вигідне вилучення вуглеводнів з надр. Перспективи подальших досліджень вбачаються у впровадженні інтелектуальних систем проєктування (BIM-технологій), створенні нових матеріалів для обсадних труб та цементів, а також у розробці більш точних геомеханічних моделей для складних гірничо-геологічних умов.

Перелік посилань

1. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ratov, B., Koroviaka, Y., & Rastsvietaiev, V. (2024). Main Security Threats to Oil and Gas Infrastructure. In Critical Infrastructure Protection in Response to Terrorist Attacks (pp. 109-116). IOS Press.

ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ РОЗКРИТТЯ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лосєв Олександр Григорович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Хоменко В. Л.**

Якість розкриття продуктивних пластів є одним із ключових чинників, що визначають ефективність розробки родовищ нафти і газу, рівень дебіту свердловин та економічну доцільність буріння. Під розкриттям продуктивного пласта розуміють комплекс технологічних операцій, спрямованих на забезпечення гідродинамічного зв'язку між пластом і свердловиною з мінімальним порушенням природних колекторських властивостей. Від того, наскільки правильно підібрані режими буріння, тип бурового розчину, технологія завершення свердловини та інші параметри, залежить ступінь збереження проникності пласта та величина скіна, що прямо впливає на приплив флюїдів.

Одним із найважливіших факторів є геолого-фізичні властивості продуктивного пласта. До них належать пористість, проникність, тріщинуватість, літологічний склад та насиченість флюїдами. Пласти з високою проникністю значно чутливіші до забруднення буровим розчином, оскільки тверді частинки можуть легко проникати в поровий простір і знижувати ефективну проникність[1]. У свою чергу, низькопроникні колектори вимагають особливо делікатного підходу, оскільки навіть незначне порушення структури призводить до суттєвого зменшення дебіту. Також важливу роль відіграє пластовий тиск: при перевищенні гідростатичного тиску бурового розчину над пластовим відбувається інвазія фільтрату в пласт, що призводить до утворення зони пошкодження.

Не менш важливим фактором є склад і властивості бурового розчину. Буровий розчин виконує ряд функцій: очищення вибою, підтримання стінок свердловини, регулювання тиску та охолодження долота. Однак при цьому він є основним джерелом забруднення пласта. Основними параметрами, що впливають на якість розкриття, є густина, фільтраційні властивості, вміст твердої фази та хімічний склад. Розчини з високим вмістом твердої фази сприяють утворенню товстої фільтраційної кірки та глибокій інвазії частинок у пласт[2]. Застосування полімерних або малотвердих розчинів дозволяє зменшити ступінь пошкодження. Також широко використовуються інгібуючі та обважнені системи, які запобігають набуханню глин і руйнуванню колекторів.

Суттєвий вплив має режим буріння, зокрема швидкість механічного проходження, навантаження на долото та частота обертання. Агресивні режими можуть призводити до руйнування порового простору та зміни структури колектора. У той же час надто повільне буріння сприяє тривалому контакту бурового розчину з пластом, що збільшує глибину проникнення фільтрату. Оптимізація цих параметрів дозволяє зменшити негативний вплив і забезпечити ефективне розкриття.

Важливу роль відіграє технологія розкриття пласта, яка може бути відк-

ритим стовбуром або із застосуванням обсадних колон і перфорації. Відкрите закінчення дозволяє зберегти максимальну площу контакту зі пластом, але підвищує ризик обвалів і ускладнень. Перфорація, у свою чергу, забезпечує контрольований доступ до пласта, однак її ефективність залежить від типу перфоратора, щільності отворів та глибини проникнення кумулятивних струменів. Неправильно виконана перфорація може створювати додаткові зони пошкодження.

Окремо слід виділити фактор температури та хімічної взаємодії між буровим розчином і пластовими флюїдами. При контакті можуть відбуватися реакції, що призводять до утворення нерозчинних осадів, емульсій або зміни змочуваності порід. Це особливо актуально для карбонатних колекторів, де можливе випадання солей або реакції з кислотами. Використання спеціальних інгібіторів і стабілізаторів дозволяє мінімізувати ці ефекти.

Нижче на рисунку 1 побудовано якісну діаграму залежності глибини пошкодження пласта від часу контакту з різними буровими розчинами.

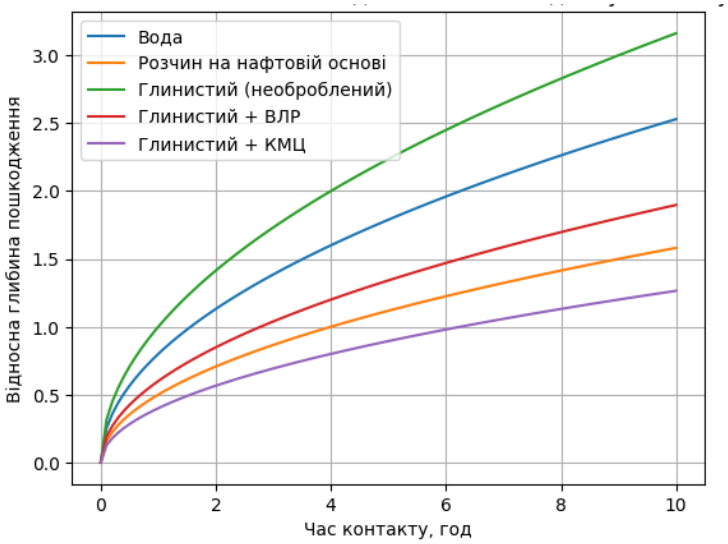


Рис. 1. Залежність глибини пошкодження пласта від часу контакту з буровим розчином

Найбільша глибина пошкодження характерна для необробленого глинистого розчину – через інтенсивну кольматацію та проникнення твердої фази. Вода також демонструє значне зростання пошкодження – переважно через фільтрацію та набухання глин. Розчин на нафтовій основі забезпечує меншу глибину інвазії завдяки гідрофобності системи. Обробка глинистого розчину реагентами, де ВЛР знижує проникнення і стабілізує систему, а КМЦ забезпечує найменшу глибину пошкодження за рахунок формування якісної фільтраційної кірки. Залежність має сублінійний характер, що відповідає дифузійно-фільтраційній природі процесу. Основним керуючим фактором є фільтраційна здатність системи та здатність до утворення малопроникної кірки.

Нижче на рисунку 2 наведено схему факторів, що впливають на якість розкриття продуктивного пласта:



Рис. 2. Основні фактори впливу на якість розкриття пласта

З наведеної схеми видно, що якість розкриття є результатом комплексної взаємодії багатьох факторів, кожен із яких може як покращити, так і погіршити кінцевий результат.

Необхідно також враховувати вплив людського фактору та рівень технологічного забезпечення. Недостатня кваліфікація персоналу, помилки у розрахунках або відсутність сучасного обладнання можуть призвести до значних втрат продуктивності. Використання цифрових технологій, автоматизованих систем контролю та геонавігації дозволяє значно підвищити точність і ефективність процесу розкриття.

Таким чином, якість розкриття продуктивних пластів визначається сукупністю геологічних, технологічних і організаційних факторів. Оптимізація параметрів буріння, правильний вибір бурового розчину, контроль тиску та застосування сучасних технологій завершення свердловин дозволяють мінімізувати пошкодження пласта і забезпечити максимальний приплив флюїдів. Комплексний підхід до вирішення цієї задачі є запорукою ефективної розробки родовищ і підвищення економічної віддачі нафтогазової галузі.

Перелік посилань

1. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Shypunov, S. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012004

2. Borash, B. R., Biletskiy, M. T., Khomenko, V. L., Koroviaka, Ye. A., & Ratov, B. T. (2023). Optimization of technological parameters of airlift operation when drilling water wells. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 3, 25–31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/025

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ СВЕРДЛОВИН З ЛІТОЛОГІЧНО ОДНОРІДНИМИ КОЛЕКТОРАМИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мадика Микола Миколайович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

В умовах сучасного розвитку нафтогазової галузі особливої актуальності набуває підвищення ефективності освоєння продуктивних горизонтів за рахунок удосконалення підходів до проєктування свердловин [1]. Зростання вартості бурових робіт, ускладнення гірничо-геологічних умов та необхідність максимального вилучення запасів вуглеводнів зумовлюють потребу у впровадженні обґрунтованих інженерних рішень, що базуються на комплексному аналізі властивостей колекторів і закономірностей руху пластових флюїдів. Важливе місце серед об’єктів розробки займають пласти, сформовані відносно однорідними за своїми фізико-механічними та фільтраційними характеристиками породами. Такі геологічні середовища створюють передумови для більш передбачуваної поведінки системи «пласт – свердловина», що відкриває можливості для застосування аналітичних і чисельних методів прогнозування показників роботи свердловин із підвищеною точністю.

Сформульований напрямок досліджень охоплює специфіку інженерних і геолого-технічних рішень під час спорудження та освоєння свердловин у пластах, що характеризуються відносно стабільним складом, структурою і фільтраційно-ємнісними властивостями. В літологічно однорідних колекторах (наприклад, пісковиках або карбонатних гірських породах без значної шаруватості) відсутня різка змінність проникності, пористості та насиченості по розрізу, що значно спрощує побудову геологічної моделі пласта і дозволяє більш точно прогнозувати поведінку флюїдів, однак водночас формує ряд специфічних вимог до проєктування свердловин.

В означених умовах основною особливістю є доступність прийомів раціоналізації конструкції свердловини [2]: вибір інтервалів розкриття, типу та щільності перфорації, а також режимів буріння, що може базуватися на усереднених параметрах пласта. Завдяки однорідності колектора підвищується ефективність рівномірного дренування, що дозволяє уникати локальних зон перевиснаження або передчасного обводнення.

Водночас важливим є правильний вибір способу розкриття продуктивного горизонту. В таких умовах доцільним є забезпечення максимальної площі контакту свердловини з пластом (наприклад, за рахунок горизонтальних або похило-скерованих стовбурів), оскільки відсутність природних високопроникних зон зменшує інтенсивність припливу. Вказане компенсується збільшенням довжини дренажного інтервалу. Особливу увагу слід приділяти гідродинамічним розрахункам, оскільки фільтраційні процеси в однорідному середовищі добре піддаються математичному опису. Це дозволяє застосовувати класичні моделі фільтрації та більш точно прогнозувати дебіти свердловин, радіус дренування і режим роботи покладу.

Також важливим аспектом є вибір технологій інтенсифікації припливу. В зв'язку з відсутністю природної тріщинуватості або високопроникних прошарків часто виникає необхідність застосування методів стимуляції, таких як гідророзрив пласта або кислотні обробки, для підвищення продуктивності свердловин.

Перелік посилань

1. Vaddadi, N. (2015). *Introduction to oil well drilling*. Bathos publishing.

2. Ihnatov, A., Pavlychenko, A., & Askerov, I. (2025). Ecological and technological components of the process of construction and operation of production wells. *Collection of Research Papers of the National Mining University*, (80), 248–261. https://doi.org/10.33271/crpnmu/80.248.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗТИНУ ПЛАСТА (ГРП) НА НИЗЬКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мадика Олександр Олександрович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Гідравлічний розрив пласта (ГРП) є однією з найбільш дієвих технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів, що відіграє ключову роль у залученні до розробки важковидобувних запасів нафти і газу, зосереджених у низькопроникних колекторах. У зв'язку з виснаженням активно розроблюваних родовищ, нафтогазовидобувні компанії дедалі більше уваги приділяють методам впливу на привибійну зону пласта, серед яких ГРП посідає провідне місце завдяки своїй здатності створювати високопровідні канали в породах із вкрай низькою проникністю. Ефективність проведення ГРП залежить від точності визначення потенціалу свердловини-кандидата, що в подальшому впливає на вибір відповідної технології і параметрів технологічної операції. Аналіз ефективності ГРП на низькопроникних колекторах є комплексним завданням, що охоплює вивчення гідродинамічних, геомеханічних та економічних аспектів, а також врахування світового досвіду та сучасних тенденцій у вдосконаленні цієї технології.

Теоретичні основи ефективності ГРП у низькопроникних середовищах базуються на створенні тріщин із максимально можливою довжиною, що збільшує радіус дренування за рахунок зростання обсягу закачаного пропанту. Низькопроникні колектори характеризуються значеннями проникності, як правило, менше 0,05 мкм², а в багатьох випадках — на рівні тисячних або мільйонних часток мілідарсі. У таких умовах традиційні методи заводнення часто виявляються неефективними через відсутність достатнього градієнта тиску для витіснення нафти з дрібних пор, що робить ГРП не просто бажаним, а критично необхідним елементом системи розробки. Провідну роль у розумінні механізмів розповсюдження тріщин відіграє геомеханічне моделювання, зокрема оцінка полів напружень та наявності природних слабких поверхонь. Як показують дослідження, ефективність ГРП суттєво залежить від взаємодії гідравлічної тріщини з природними слабкими поверхнями, такими як поверхні нашарування, що особливо актуально для сланцевих колекторів. Проникність самої тріщини після її закріплення пропантом може сягати мілідарсі або навіть дарсі, що забезпечує збільшення ефективної фільтраційної здатності колектора в тисячі та мільйони разів порівняно з матрицею породи.

Ключові фактори, що впливають на ефективність ГРП у низькопроникних колекторах, можна поділити на три основні групи: геолого-фізичні характеристики пласта (проникність, пористість, літологія, мінеральний склад, природна тріщинуватість, пружні властивості порід та поля напружень), технологічні параметри проведення ГРП (тип і в'язкість рідини розриву, тип, фракція та об'єм пропанту, темп закачування, конструкція свердловини та інтервал перфорації),

а також експлуатаційні умови (режим роботи свердловини після ГРП, система підтримання пластового тиску, сумісність флюїдів). Одним із ключових параметрів є вибір пропанту: для низькопроникних колекторів, як правило, використовуються пропанти підвищеної міцності (керамічні або покриті смолою), здатні витримувати високе замикаюче напруження на глибинах понад 3000 м, де часто спостерігаються проблеми з високими тисками під час проведення ГРП. Вибір рідини розриву є не менш критичним: звичайні зшиті рідини створюють надмірну ширину тріщини, що зменшує ефективну довжину тріщини на одиницю маси пропанту, тому для низькопроникних колекторів часто застосовуються низьков'язкі рідини (slickwater) або пінні системи, які забезпечують більшу довжину тріщини при меншому пошкодженні матриці породи. Важливим фактором є також інтенсивність набору кута та профіль свердловини: досвід розробки родовищ із проникністю менше $2 \cdot 10^{-3}$ мкм² показує, що горизонтальні свердловини з багатостадійним ГРП забезпечують удвічі вищі пускові дебіти порівняно з похило-скерованими свердловинами.

Методи оцінки ефективності ГРП включають гідродинамічні, геомеханічні та економічні підходи. Гідродинамічна ефективність оцінюється за двома основними параметрами: економічною та власне гідродинамічною ефективністю. На практиці широко використовується коефіцієнт продуктивності, приведений до ефективної товщини пласта, який розраховується на основі добових даних видобутку з використанням кореляції Вогеля. Важливим показником є також зміна скін-фактора (skin factor), який характеризує ступінь стимуляції привибійної зони: від'ємні значення скін-фактора свідчать про успішне створення високопровідного каналу. Сучасні методики оцінки базуються на комплексному аналізі даних гідропрослуховування, досліджень свердловин на нестаціонарних режимах фільтрації, аналізу кривих падіння тиску та визначенні ефективної довжини тріщини. Значну увагу приділяють також оцінці довговічності тріщини, яка визначається стабільністю пропантової пачки в часі під впливом циклічних навантажень та хімічних факторів. У світовій практиці для прогнозування довгострокової продуктивності ГРП все частіше застосовуються гібридні моделі, які поєднують аналітичні методи для ранніх стадій (транзитний лінійний потік) із традиційним аналізом кривих падіння видобутку (Arps) для пізніх стадій.

Досвід промислового застосування ГРП на низькопроникних колекторах демонструє значні успіхи, але також і наявність типових проблем, подолання яких потребує оптимізації технології. Так, на родовищах Ненецького автономного округу в Російській Федерації ефективне проведення ГРП в низькопроникних теригенних і карбонатних колекторах девонської системи (проникність менше 0,01 мкм²) супроводжувалося проблемами високих тисків при проведенні операції та інтенсивним зростанням тиску під час закачування пропанту, особливо на глибинах понад 3000 м. У результаті оптимізації процесу вдалося досягти запланованого приросту дебіту навіть після двох невдалих спроб у карбонатному колекторі, що підтверджує важливість індивідуального підходу до проєктування ГРП. Значний позитивний досвід накопичено в Пакистані при випробуванні двостадійного ГРП у складній карбонатно-сланцевій системі фо-

рмації Газій, де інтеграція даних геофізичних досліджень та сучасного програмного забезпечення дозволила створити гібридний дизайн, що поєднує рідину з високою здатністю до зниження тертя та зшиті рідини. Це забезпечило потроєння модельної провідності та більш ніж трикратне збільшення видобутку газу на ранніх стадіях порівняно з базовим дизайном. Важливим висновком цього проєкту стало те, що використання одновимірної механічної моделі землі дозволило уникнути надмірного зростання висоти тріщини в низькопроникні сланці, що є критичним для забезпечення спрямованості тріщини в межах цільового інтервалу.

Особливий інтерес викликають технології багатостадійного ГРП у горизонтальних свердловинах, які стали стандартом для розробки більшості низькопроникних колекторів. На родовищах Тюменської формації з проникністю від $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ мкм² було пробурено 53 горизонтальні свердловини з багатостадійним ГРП, які підтвердили теоретичні висновки: середні пускові параметри горизонтальних свердловин більш ніж удвічі вищі, при цьому темпи падіння видобутку порівнянні з похило-скерованими свердловинами. Збільшення довжини горизонтальної ділянки та кількості стадій ГРП призводить до зростання пускових дебітів і загальної продуктивності свердловин. Моделювання також показало, що для родовищ із проникністю від мікродарсі до субмілідарсі горизонтальний розвиток є єдиним шляхом до економічно ефективного видобутку, забезпечуючи нижчі питомі витрати на видобутий барель порівняно з вертикальними свердловинами.

Сучасні тенденції підвищення ефективності ГРП у низькопроникних колекторах пов'язані з інтеграцією передових матеріалів, адаптивних технологій виконання та моделей прогнозування на основі великих даних. Однією з найперспективніших інновацій є кластерний ГРП, який замість суцільної пропантової пачки створює окремі кластери пропанту в тріщині, що призводить до формування додаткових провідних каналів і підвищення проникності. Технологія базується на імпульсному нагнітанні рідини, що чергується між чистою рідиною та рідиною з пропантом, що дозволяє формувати оптимальну кластерну структуру, яка забезпечує стабільний видобуток протягом двох років, порівнянний із сусідніми свердловинами, при значному зниженні витрат на операцію. Важливим напрямком є також застосування високоефективних систем зниження тертя (HVFR) та інших спеціальних рідин, що забезпечують краще транспортування пропанту при меншому пошкодженні пласта. Розвиток отримують методики адаптивного ГРП з використанням агентів відхилення та стратегій у реальному часі, що дозволяють коригувати параметри операції на основі даних моніторингу для досягнення максимального охоплення пласта.

Окрему роль у підвищенні ефективності ГРП відіграє цифрове моделювання та прогнозна аналітика. Сучасні програмні комплекси, такі як FracproPT, Kinetix та Petrel, дозволяють інтегрувати геологічні, петрофізичні та геомеханічні дані у високодеталізовані моделі для прогнозування поширення тріщин та оптимізації дизайну ГРП. Все більшого поширення набувають методи машинного навчання, зокрема моделі ARIMA та LSTM, які демонструють вищу прогностичну здатність порівняно з традиційним аналізом кривих падіння видобу-

тку. Крім того, активно досліджуються нові підходи до оцінки ефективності з точки зору енергоспоживання, що особливо актуально в контексті глобальних цілей декарбонізації. На прикладі свердловини Y-1 в Китаї було показано, що оптимізація параметрів ГРП (темп закачування 5,5 м³/хв, об'єм закачування 500 м³, об'єм закачування піску 55 м³, щільність перфорації 16 отворів на метр та діаметр перфорації 8 мм) дозволяє знизити енергоспоживання на 9,42% при мінімальному впливі на видобуток.

Таким чином, аналіз ефективності ГРП на низькопроникних колекторах показує, що ця технологія є критичним інструментом для забезпечення рентабельного видобутку вуглеводнів з важковидобувних запасів. Успішність застосування ГРП визначається комплексним урахуванням геолого-фізичних характеристик пласта, оптимізацією технологічних параметрів, використанням передових матеріалів та методів моделювання, а також ретельним постопераційним аналізом із залученням сучасних методів оцінки, включаючи аналіз кривих падіння видобутку, визначення скін-фактора та коефіцієнта продуктивності. Найбільш перспективними напрямками подальшого вдосконалення є розвиток кластерних технологій ГРП, широке впровадження методів машинного навчання для прогнозування та оптимізації, а також інтеграція геомеханічних моделей у системи управління розробкою для забезпечення максимальної довговічності та провідності створених тріщин. Лише такий системний підхід дозволить повною мірою реалізувати потенціал ГРП як високоефективної технології інтенсифікації видобутку з низькопроникних колекторів.

Перелік посилань

1. Давиденко, О.М., Расцвєтаєв, В.О., Дмитрук, О.О., Коровяка, В.Є. (2021). Особливості деяких взаємодій, супроводжуючих циркуляційні процеси в бурових свердловинах. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (24), 62-76.

2. Азюковський, О.О., Ігнатов, А.О., Ставичний, Є.М. (2022). Удосконалення властивостей спеціальних свердловинних технологічних рідин при розробці родовищ. Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія: «гірничо-геологічна» : Всеукраїнський науковий збірник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 1(27)-2(28), 96-106.https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-96-106

3. Прогресивні технології спорудження свердловин: монографія. / Є.А. Коровяка, А.О. Ігнатов; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». - Дніпро: 2020. - 164 с.

4. Dudla, A. P. N., Zięba, A., & Paszczenko, A. V. (1998). Metodyka badania i wpływ ciśnienia hydrostatycznego na energochłonność urabiania. In IX International Scientific-Technical Conference New Methods and Technologies in Petroleum Geology, Drilling, and Reservoir Engineering (pp. 35-39).

ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА РОЗВІДУВАЛЬНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Малий Олег Сергійович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Будівництво розвідувально-експлуатаційної свердловини є специфічним та відповідальним етапом у комплексі геологорозвідувальних робіт, що займає проміжне положення між суто розвідувальним та експлуатаційним бурінням. Головна відмінність таких свердловин полягає в їхньому подвійному призначенні: вони споруджуються на перспективних ділянках родовищ підземних вод або нафтогазоносних структурах для всебічного, детального вивчення цільового горизонту з подальшим переходом у фонд постійно діючих видобувних об'єктів. Це накладає низку специфічних вимог на їхнє проєктування, технологію буріння, кріплення та випробування. Організаційно процес спорудження складається з низки послідовних етапів: підготовка робочої площадки та під'їзних шляхів, монтаж бурової установки, власне буріння стовбура, кріплення стінок обсадними трубами з їх подальшим цементуванням, комплекс геофізичних і гідродинамічних досліджень, а також, за необхідності, ліквідація свердловини та демонтаж обладнання після завершення робіт. Саме поєднання розвідувальних завдань з експлуатаційними визначає ключові особливості на всіх етапах будівництва.

Проєктування конструкції є одним із найвідповідальніших етапів, оскільки майбутня свердловина повинна однаковою мірою забезпечувати можливість проведення широкого комплексу досліджень і тривалу надійну експлуатацію. Конструкція свердловини — це схема її улаштування, яка визначає зміну діаметрів буріння з глибиною, діаметри та глибини спуску обсадних колон, а також інтервали та способи їх цементування. Проєктування виконується знизу вгору, починаючи з вибору кінцевого діаметра, який має забезпечити отримання якісної проби породи в необхідній кількості та проведення запланованого комплексу досліджень. В експлуатаційній колоні згодом буде встановлено насосне обладнання для підйому рідини, тому її діаметр має бути достатнім для цього. Вибір глибини спуску та діаметрів проміжних і експлуатаційної колон безпосередньо залежить від фізико-механічних властивостей порід геологічного розрізу, наявності зон можливих ускладнень (обвалів, поглинань, проявів), мети та глибини буріння. Крім того, конструкція водоприймальної частини (фільтра) обирається залежно від літологічного складу та водопроникності водоносного горизонту, що є критичним для забезпечення довговічності та продуктивності свердловини.

Технологія буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин має свої особливості, зумовлені необхідністю отримання максимальної геологічної інформації. У розвідувальних свердловинах відбір керна (стовпчика незруйнованої породи) може становити до 10% від загальної глибини, що дозволяє детально вивчити склад, структуру та властивості пластів. У вивчених районах, де не-

має потреби в суцільному відборі керна, широко застосовується безкернове буріння. Для цього в м'яких породах використовують лопатеві долота та пікобури, в породах середньої твердості та твердих — шарошкові долота, а в абразивних — алмазні. Цей метод забезпечує високу проходку за рейс (до сотень метрів), що різко підвищує продуктивність і знижує вартість робіт. Для підвищення механічної швидкості буріння також використовується шнекове буріння. Вибір конкретного типу породоруйнівного інструменту та режиму буріння (осьове навантаження, частота обертання, промивання) визначається геолого-технічними умовами проходки конкретного інтервалу.

Кріплення стовбура є обов'язковим для запобігання обвалам, роз'єднанню горизонтів і забезпечення подальшого поглиблення. Воно передбачає спуск обсадних колон різного діаметра, простір за якими заповнюється тампонажним розчином, як правило, цементом. Залежно від конструкції свердловини цементується або весь затрубний простір, або лише окремі інтервали. Особливі вимоги висуваються до якості цементування, яка забезпечує герметичність стовбура та довговічність свердловини. Для цього використовуються спеціальні тампонажні системи, що мають високу міцність зчеплення як з породою, так і з обсадною трубою. В Україні, зокрема в умовах Дніпровсько-Донецької западини, накопичено значний досвід цементування свердловин у складних геологічних умовах із застосуванням композиційних тампонажних систем.

Після завершення буріння та кріплення свердловина переходить у найвідповідальнішу стадію — випробування та дослідження. Цей комплекс робіт спрямований на отримання достовірної інформації про продуктивні властивості пласта. Випробування може проводитися як у процесі буріння, так і після нього. Основним методом гідрогеологічних досліджень є дослідна (пробна) відкачка — контрольоване випробування свердловини після буріння з метою встановлення максимального дебіту, гідравлічних параметрів водоносного горизонту (коефіцієнт фільтрації, водопровідність), стійкості роботи та динаміки рівня води. Для нафтових і газових свердловин проводять газогідродинамічні дослідження на усталених і неусталених режимах фільтрації, знімають криві відновлення тиску та визначають пластовий тиск. Для вивчення складу та властивостей гірських порід виконують хімічне, мінералогічне та технологічне випробування відібраних проб керна та шламу. Ці дані є основою для остаточної оцінки промислової цінності родовища та розрахунку режиму експлуатації.

Протягом усього циклу будівництва свердловину супроводжують геофізичні дослідження (ГДС). Сучасний комплекс каротажу виконують у відкритому та закритому стовбурі за допомогою комп'ютеризованих каротажних станцій. ГДС дають змогу вирішувати широке коло завдань: літологічне розчленування розрізу, виділення колекторів, визначення їх пористості та проникності, характеру насичення (вода, нафта, газ), контроль траєкторії стовбура, оцінку якості цементування обсадних колон. Каротажні дослідження проводяться шляхом спуску в свердловину спеціальних зондів, які реєструють різні фізичні поля: електричні, радіоактивні, акустичні тощо. Це дозволяє отримувати безперервний профіль властивостей порід по всій глибині. Інтеграція даних ГДС з результатами гідродинамічних досліджень створює основу для створення дос-

товірної геологічної моделі.

Отже, будівництво розвідувально-експлуатаційної свердловини є складним багатоетапним процесом, ключовою особливістю якого є поєднання завдань детальної геологічної розвідки з вимогами до довготривалої промислової експлуатації. Це досягається шляхом ретельного проєктування конструкції, що забезпечує можливість проведення досліджень та надійну роботу в майбутньому; застосуванням технологій буріння, які дозволяють відбирати якісний керн для вивчення властивостей порід; високоякісним кріпленням стовбура для герметизації та роз'єднання горизонтів; а також проведенням комплексу геофізичних і гідродинамічних досліджень для всебічної оцінки продуктивних характеристик пласта. Такий системний підхід забезпечує отримання максимального обсягу достовірної інформації про надрокористувальницькі об'єкти при мінімальних витратах, що є запорукою успішної та довготривалої експлуатації свердловини. Подальший розвиток технологій у цій галузі буде спрямований на вдосконалення методів неруйнівного контролю, створення нових бурових розчинів для збереження колекторських властивостей пластів та впровадження систем цифрового моніторингу процесу буріння в реальному часі.

Перелік посилань

1. Коровяка, Є.А., Ігнатов, А.О., Давиденко, О.М., Мекшун, М.Р. (2023). Аналіз деяких властивостей промивальних рідин та їх впливу на показники процесу буріння свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (26), 58-68.

2. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Ye.A., Pinka, Jan, Rastsvietaiev, V.O., Dmytruk O.O. (2021). Geological and mining-engineering peculiarities of implementation of hydromechanical drilling principles. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (1), 11-18. https://doi.org/10.33271/nvngu/2021¬1/011

3. Ігнатов, А.О., Ставичний, Є.М. (2021). Геологічні й техніко-технологічні особливості кріплення нафтогазових свердловин з урахуванням фізико-хімічного стану їх стовбурів. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (24), 87-102. http://www.ism.kiev.ua/images/24_2021.pdf

4. Drilling and operation of oil and gas wells in difficult conditions : monograph / O.O. Aziukovskyi, Ye.A. Koroviaka, A.O. Ihnatov; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro: Zhurfond, 2023. – 159 p.

5. Онацький, Є. А., & Коровяка, Є. А. (2024). Технологічна схема спорудження переходів методом ГНБ.

6. Макаренко В.Д., Писаренко П.В., Максимов С.Ю., Чигарьов В.В., Винников Ю.Л. Кусков Ю.М. Макаренко І.О., Кузьменко О.Г., Судаков А,К., Коровяка Є.А., Макаренко Ю.В. Ягольник А.М. Біологічна корозія шахтного устаткування. Монографія. – Київ: НУБіП України. 2020. – 282 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНИХ СВЕРДЛОВИН У СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Малофеєв Віталій Романович, група 185-23зск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Сучасний розвиток нафтогазової галузі України вимагає впровадження ефективних технологій будівництва свердловин, особливо в умовах щільної сільськогосподарської забудови та складних геологічних розрізів. Наклонно-спрямоване буріння дозволяє мінімізувати вплив на довкілля, зменшити площу землевідведення та забезпечити доступ до продуктивних горизонтів, розташованих під охоронними зонами чи цінними угіддями. Особливого значення ця технологія набуває для перспективних площ Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), де відклади нижнього карбону містять значні ресурси вуглеводнів.

Бірківсько-Зіньківська площа, розташована в центральній частині Полтавської області, є типовим прикладом ділянки з високим сільськогосподарським освоєнням (чорноземні ґрунти) та перспективними нижньокам'яновугільними відкладами. Відсутність глибоких свердловин безпосередньо на площі робить проєктування першої пошукової свердловини відповідальним завданням, що потребує комплексного врахування геолого-технічних умов, зон можливих ускладнень та вимог екологічної безпеки.

Геологічний розріз площі включає відклади від четвертинних до кристалічного фундаменту. Основний інтерес становлять теригенні та карбонатні колектори візейського та серпуховського ярусів нижнього карбону на глибинах 2500–4500 м. За даними сейсморозвідки та кореляції з сусідніми родовищами (Перевозівське, Північно-Зіньківське, Харківцівське), прогнозні ресурси вуглеводнів категорії C_3 оцінюються в 8–15 млн т умовного палива, а ймовірність виявлення промислових покладів є високою.

Аналіз зон можливих ускладнень виявив кілька критичних інтервалів. В інтервалі 150–370 м прогнозуються поглинання бурового розчину інтенсивністю до повної втрати циркуляції через лінзоподібну тріщинуватість та низькі градієнти пластових тисків (0,06–0,10 кгс/см²/м). Інтервал 1645–1662 м характеризується нестійкістю глинистих порід, схильних до осипань та обвалів при підвищеній водовіддачі бурового розчину. Крім того, в розрізі наявні потужні товщі кам'яної солі (ангарська, більська, усольська світи), які вимагають застосування соленасичених бурових розчинів для запобігання розмиву та каверноутворенню.

На основі аналізу геолого-технічних умов запроєктовано профіль свердловини з наступними параметрами: вертикальна ділянка – 0–150 м, ділянка набору кривизни – 150–830 м (інтенсивність 1,15°/10 м), ділянка стабілізації – 830–1710 м (кут нахилу 26°), горизонтальна ділянка – 1710–2640 м (довжина 500 м). Загальна довжина стовбура становить 2640 м при вертикальній глибині 1681 м та відході вибою 775 м.

Конструкція свердловини включає:

- напрямок діаметром 508 мм (глибина спуску 45 м) для перекриття нестійких четвертинних відкладів;
- кондуктор діаметром 340 мм (глибина спуску 560 м по вертикалі / 583 м по стволу) для ізоляції верхніх водоносних горизонтів та перекриття зон поглинань;
- експлуатаційну колону діаметром 245 мм (глибина спуску 1665 м по вертикалі / 2140 м по стволу) з цементуванням до гирла;
- відкритий стовбур діаметром 215,9 мм в інтервалі 2140–2640 м.

Особливістю конструкції є відкритий вибій у продуктивному інтервалі, що обґрунтовано тріщинно-поровим типом колектора, його стійкістю (межа міцності порід 30 МПа перевищує розрахункове радіальне навантаження 28,4 МПа) та високою проникністю (до $368 \cdot 10^{-3}$ мкм²). Така конструкція дозволяє максимально реалізувати потенційний дебіт без додаткових перфораційних робіт.

Вибір способу буріння здійснено диференційовано за інтервалами. На вертикальній ділянці (0–150 м) застосовується роторне буріння з шарошечними долотами ІІІ-660,4 МОЗ-ГВУ. На ділянках набору кривизни, стабілізації та горизонтальній – комбінований спосіб із використанням вибійних гвинтових двигунів (ВЗД) та ротора. Для кожного інтервалу підібрано оптимальні параметри режиму буріння (табл. 1).

Таблиця 1 – Параметри режиму буріння за інтервалами

Інтервал, м	Діаметр долота, мм	Тип долота	Осьове навантаження, кН	Частота обертання, об/хв	Витрата розчину, л/с
0–45	660,4	Шарошкове	66	50	60
45–583	444,5	PDC G28VPS	200	92	60
583–2140	311,1	PDC	186	74	50
2140–2640	215,9	PDC	218	133	35

Гідравлічна програма промивання розроблена з урахуванням необхідності якісного очищення стовбура, забезпечення роботи ВЗД та запобігання ускладненням. Сумарні втрати тиску в циркуляційній системі становлять 21,03 МПа, що не перевищує технічних можливостей насосів. Типи бурових розчинів обрані відповідно до літології та наявності зон ускладнень: полімер-сольовий розчин для інтервалу кондуктора (густина 1240–1270 кг/м³, фільтрація 5–6 см³/30 хв), полімерний соленасичений для буріння під експлуатаційну колону, інвертно-емульсійний розчин (ІЕР) для розтину продуктивного горизонту (густина 1040–1045 кг/м³, мінімальна водовіддача).

За результатами розрахунків на міцність експлуатаційна колона запроек-

тована двосекційною: нижня секція (1665–1490 м) з труб групи міцності Е товщиною стінки 8,9 мм, верхня секція (1490–0 м) – група міцності Д товщиною 10 мм. Цементування виконується одноступеневим прямим способом із використанням полегшеного (1520 кг/м³) та нормального (1870 кг/м³) тампонажних розчинів. Загальний об'єм тампонажної суміші становить 99,14 м³, продавочної рідини – 50,8 м³.

Комплекс заходів з охорони праці включає аналіз небезпечних факторів (рухомі частини обладнання, підвищений рівень шуму до 89 дБ, електричний струм, хімічні речовини), застосування колективних та індивідуальних засобів захисту, дотримання «Правил безпеки у нафтовій та газовій промисловості». Екологічна безпека забезпечується чотириступеневою системою очищення бурового розчину, збором відпрацьованих розчинів та шламу в спеціальні ємності з подальшою передачею на утилізацію, гідроізоляцією проммайданчика та контролем викидів в атмосферу (встановлено гранично допустимі викиди для діоксиду азоту, оксиду вуглецю, сажі, діоксиду сірки тощо).

Практична реалізація запроєктованих рішень дозволить отримати перші прямі дані про нафтогазоносність Бірківсько-Зіньківської площі, оцінити промислові перспективи родовища та внести вклад у збільшення видобутку вуглеводнів у Полтавській області. Застосована методологія проєктування може бути використана для аналогічних площ Дніпровсько-Донецької западини зі складними гірничо-геологічними умовами та високим рівнем сільськогосподарського освоєння.

Розроблений технічний проєкт будівництва наклонно-спрямованої свердловини на Бірківсько-Зіньківській площі базується на комплексному врахуванні геолого-тектонічних особливостей регіону, зон можливих ускладнень та сучасних технологічних рішень. Запроєктовані профіль, конструкція, режими буріння та промивання, а також заходи з охорони праці та екологічної безпеки забезпечують ефективне та безпечне розкриття потенційно продуктивних горизонтів нижнього карбону. Реалізація проєкту є важливим кроком у освоєнні нафтогазового потенціалу центральної частини ДДЗ.

Перелік посилань

1. Пащенко, А. А. (2009). Побудова профілю елементу при руйнуванні відривом. Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент–техника и технология его изготовления и применения.

2. Павличенко, А.В., Коровяка, Є.А., Ігнатов, А.О., Расцвєтаєв, В.О., Дмитрук, О.О., Літвінов, В.М. (2022). Вивчення основних ознак технології буріння неглибоких свердловин в складних гірничо-геологічних умовах. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (25), 82-96.

3. Ігнатов, А.О., Пащенко, О.А., Коровяка, Є.А., Семехін, В.Ю., Логвиненко О.О., Аскеров І.К. (2021). Деякі пояснення ударного механізму впливу на гірські породи при бурінні свердловин. Збірник наукових праць НГУ, 66, 177-192. https://doi.org/10.33271/crpnmu/66.177

ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ БУРІННЯ ТА ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мальований Богдан Олегович, група 185-22з-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

В галузі освоєння надр процеси буріння та видобування формують єдину технологічну основу, від рівня розуміння якої залежить ефективність використання вуглеводневих ресурсів [1]. Формування сучасних підходів до цих процесів потребує не лише практичного досвіду, а й глибокого теоретичного осмислення закономірностей, що визначають їх перебіг. Значущість дослідження базових принципів обумовлена необхідністю підвищення керованості технологічних операцій у складних гірничо-геологічних умовах, що дозволяє забезпечити узгодженість між різними стадіями робіт, зменшити вплив невизначеностей і створити передумови для стабільного функціонування виробничих систем. Окрім цього, розвиток технічних засобів і методів аналізу відкриває нові можливості для поглибленого вивчення процесів, що відбуваються як у стовбурі свердловини, так і в продуктивному пласті. В такому контексті систематизація принципів виступає важливим кроком до вдосконалення технологій і підвищення результативності видобування вуглеводнів.

Прийнята до розгляду тема роботи присвячена дослідженню фундаментальних закономірностей і підходів, що лежать в основі ефективного освоєння вуглеводневих ресурсів. У межах цього напряму розглядаються базові положення, які визначають логіку побудови технологічних процесів, взаємодію технічних засобів із геологічним середовищем та умови досягнення стабільних виробничих результатів. Ключовим аспектом є аналіз фізичних і механічних процесів, що супроводжують руйнування гірських порід [2], формування стовбура свердловини та рух флюїдів у поровому просторі. Розуміння цих процесів дозволяє обґрунтовувати вибір способів буріння, параметрів обладнання та режимів роботи, спрямованих на підвищення ефективності проходки та зниження технологічних ризиків. У сфері видобування особливу увагу приділяють принципам організації припливу вуглеводнів до свердловини, закономірностям фільтрації та змінам властивостей пласта в процесі його експлуатації, що створює основу для визначення раціональних режимів роботи, прогнозування поведінки покладу та забезпечення максимально повного вилучення ресурсів.

Важливою складовою є також вивчення взаємозв’язку між етапами буріння і подальшої експлуатації, оскільки рішення, прийняті на початковій стадії, безпосередньо впливають на ефективність видобування. Такий підхід дозволяє формувати узгоджену систему технічних рішень, що забезпечує стабільність і надійність роботи свердловин. Крім того, розглядаються питання впровадження сучасних технологій, методів моделювання та аналізу даних, які розширюють можливості дослідження процесів і підвищують точність прийняття рішень, що сприяє удосконаленню технологічних підходів і підвищенню рівня керованості виробничими процесами. Таким чином, вивчення найважливіших

принципів буріння та видобування вуглеводнів є основою для формування науково обґрунтованих рішень, спрямованих на ефективне використання ресурсної бази, підвищення продуктивності свердловин і забезпечення стабільного розвитку нафтогазової галузі.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХПІ». – Полтава: ТОВ “АСМІ”, 2018. – 415 с.

2. Ihnatov, A. O., Aziukovskyi, O. O., Stavychnyi, Y. M., Rybachuk, S. A., Askerov, I. K., & Sala, D. (2025). Development of promising technological solutions in the construction wells. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (3), 65–74.

БУДІВНИЦТВО РОЗВІДОЧНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СВЕРДЛОВИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Миронець Владислав Володимирович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Будівництво розвідувально-експлуатаційної свердловини є однією з найбільш технологічно складних і наукомістких операцій у сучасній гірничій промисловості та геологорозвідці. Такі свердловини займають проміжне положення між суто розвідувальними та експлуатаційними і призначені для всебічного вивчення певного цільового горизонту з подальшим його довготривалим промисловим освоєнням. Вони споруджуються в місцях майбутніх водозаборів або на перспективних нафтогазоносних структурах і дають змогу поєднати детальні гідрогеологічні дослідження з подальшою інтенсивною експлуатацією.

Основна відмінність розвідувально-експлуатаційних свердловин від пошукових або суто розвідувальних полягає в тому, що вони не ліквідуються після завершення вивчення розрізу, а переходять у фонд постійно діючих водозабірних або видобувних об'єктів. Тому конструкція таких свердловин має задовольняти двом суперечливим вимогам: забезпечувати можливість проведення широкого комплексу геофізичних, гідродинамічних і геохімічних досліджень, а також гарантувати надійну та довговічну експлуатацію впродовж багатьох років. Від гідрогеологічних умов, способів буріння та вимог санітарної охорони залежить кількість і глибина спуску обсадних колон, діаметри свердловини та тип водоприймальної частини.

Цикл будівництва розвідувально-експлуатаційної свердловини починається з підготовчих робіт, які включають розчищення та планування робочої площадки, влаштування під'їзних шляхів, комунікацій, а також монтаж бурової установки. Далі виконується власне буріння — процес механічного руйнування гірських порід на вибої з утворенням циліндричного стовбура. У практиці розвідувально-експлуатаційного буріння застосовують різні способи залежно від міцності та будови порід, глибини свердловини та завдань досліджень. Колонкове буріння передбачає використання кільцевого породоруйнівного інструменту (коронки) та спеціального снаряда, який складається з короткої колонкової труби та породоруйнівного інструменту. Цей метод дає змогу відбирати керн — стовпчик незруйнованої породи, який є найціннішим геологічним матеріалом для вивчення складу, структури та властивостей пластів.

В умовах добре вивчених районів, де немає необхідності в суцільному відборі керна, застосовують безкернове буріння. Для цього в м'яких породах використовують лопатеві долота та пікобури, в породах середньої твердості — шарошкові долота, а в твердих абразивних породах — алмазні долота. Висока міцність і зносостійкість такого інструменту забезпечує проходку за рейс до сотень метрів, що різко підвищує продуктивність і знижує вартість робіт. Для підвищення механічної швидкості буріння також широко використовують шнекове буріння, яке застосовують при проходженні інженерно-геологічних та технічних свердловин.

Після проходження певного інтервалу стовбур свердловини необхідно закріпити, щоб запобігти обваленню стінок, роз'єднанню водоносних горизонтів і забезпечити можливість подальшого поглиблення. Для цього в свердловину спускають обсадні колони різного діаметра, які цементують у затрубному просторі. Конструкція свердловини — це схема її улаштування, яка вказує зміну діаметрів буріння з глибиною, діаметри та глибини спуску колон обсадних труб, а також місця та способи цементування. Проєктування конструкції свердловини виконують знизу вгору, починаючи з вибору кінцевого діаметра буріння, який має забезпечити одержання якісної проби в необхідній кількості та проведення наміченого комплексу досліджень. В експлуатаційній колоні згодом встановлюють насос для підйому рідини, тому її діаметр має бути достатнім для розміщення вибраного водопідйомного обладнання. Особливі вимоги в розвідувально-експлуатаційних свердловинах висуваються до водоприймальної частини. Вона являє собою фільтр, конструкція якого залежить від літологічного складу водоносного горизонту та його водопроникності. Фільтр може бути встановлений на колоні труб такого ж діаметра, що виходить на поверхню, або бути «потайним» — опущеним на трубах меншого діаметра. Його вибір є критично важливим, оскільки від нього залежить довговічність свердловини та її продуктивність.

Кріплення стінок свердловини обов'язково супроводжується тампонажними роботами. Залежно від конструкції свердловини цементують або весь затрубний простір, або окремі інтервали. Для цементування використовують спеціальні тампонажні системи, які мають забезпечувати високу міцність зчеплення з породою та обсадною трубою, а також герметичність. В Україні, зокрема в умовах Дніпровсько-Донецької западини, досліджено багато особливостей споруджування свердловин у хемогенних відкладах, що дало змогу розробити спеціальні технології цементування з використанням композиційних тампонажних систем.

Після завершення буріння та кріплення стовбура свердловина переходить у стадію випробування. Цей етап є одним із найбільш відповідальних, оскільки саме тут отримують достовірну інформацію про продуктивні властивості пласта. Для цього виконують комплекс гідродинамічних досліджень, зокрема дослідні відкачки. Дослідна або пробна відкачка — це контрольоване випробування свердловини після буріння, головна мета якого — встановити максимальний дебіт, гідравлічні параметри водоносного горизонту (коефіцієнт фільтрації, водовіддачу, водопровідність), стійкість роботи в тривалому режимі та динаміку рівня води. Такі дослідження дозволяють правильно розрахувати режим експлуатації, попередити передчасне виснаження горизонту та забезпечити стабільне водопостачання. При випробуванні нафтогазових свердловин проводять газогідродинамічні дослідження на усталених і неусталених режимах фільтрації, знімають криві відновлення тиску та визначають пластовий тиск.

Протягом усього циклу будівництва свердловину супроводжують геофізичні дослідження. Комплекс сучасного каротажу (ГДС) виконують у відкритому та закритому стовбурі свердловин глибиною до 7000 метрів із використанням комп'ютеризованих каротажних станцій. ГДС дають змогу вирішувати

широке коло завдань: літологічне розчленування розрізу, виділення колекторів та визначення їх фільтраційно-ємнісних властивостей (пористості та проникності), визначення характеру насичення пластів, контроль траєкторії стовбура, оцінку якості цементування обсадних колон, а також виявлення причин і джерел обводнення. Каротажні дослідження проводять шляхом спуску в свердловину спеціальних зондів, які реєструють різні фізичні поля, що дозволяє отримувати безперервний профіль властивостей порід по всій глибині.

Техніко-економічні показники будівництва свердловин є критерієм ефективності всього процесу. Основними показниками обсягу робіт є проходка в метрах, верстато-місяці буріння, кількість розпочатих, закінчених і зданих в експлуатацію свердловин. Серед вартісних показників найважливішими є собівартість будівництва свердловини загалом та собівартість одного метра проходження. Собівартість включає вартість матеріалів, палива, енергії, заробітну плату персоналу та амортизаційні відрахування. Швидкість будівництва свердловини за час одного циклу (циклова швидкість) та вартість метра буріння є ключовими індикаторами технічного рівня та організації виробництва. Сучасний підхід до будівництва розвідувально-експлуатаційних свердловин базується на поєднанні наукових методів дослідження надр з передовими технологіями буріння, кріплення та випробування пластів. Перспективними напрямами є розробка сервісних систем виконання окремих видів робіт, що дають змогу регулювати властивості промивальних рідин, якість кріплення та відновлювати фільтраційні характеристики пластів-колекторів. Інтеграція геологічних, геофізичних та технологічних даних в єдині цифрові моделі дає змогу підвищити надійність прогнозування властивостей пластів та оптимізувати конструкцію свердловини. Такий системний підхід забезпечує отримання максимального обсягу достовірної інформації про надрокористувальницькі об’єкти при мінімальних матеріальних і часових витратах, що є запорукою успішної та довготривалої експлуатації свердловини.

Перелік посилань

1. Pashchenko, O.A., Borodina, N.A., Yavorska, O.O., Ishkov, V.V., Cherniaiev, O.V. (2024). Application of polymer flooding to increase oil recovery. ICSF-2024. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1415 (2024) 012054. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012054

2. Судаков, А.К., Гапіч, Г.В., Шумов, А.С., Голуб, Л.В. (2023). Огляд в’яжучих речовин для виготовлення блокових гравійних фільтрів гідрогеологічних свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (26), 49-58.

3. Павличенко, А.В., Ігнатов, А.О., Коровяка, Є.А., Барташевський, С.Є., Коротка, І.Ю., Мекшун, М.Р. (2021) Основи організації системи гідравлічного очищення свердловин. Збірник наукових праць НГУ, 67, 136-152. https://doi.org/10.33271/crpnmu/67.136"

АНАЛІЗ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН НА ЯРОШІВСЬКОМУ НАФТОВОМУ РОДОВИЩІ»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мілашенко Леонід Васильович, група 185-23-ск-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

Буріння свердловин на нафтових родовищах є складним технологічним процесом, який значною мірою залежить від правильного вибору та застосування промивальних рідин. Промивальні рідини (бурові розчини) виконують ключову роль у забезпеченні стабільності стовбура свердловини, контролі пластового тиску та ефективному видаленні вибуреної породи.

Актуальність теми полягає у необхідності підвищення ефективності бурових робіт, зменшення аварійності та оптимізації складу бурових розчинів відповідно до геолого-технічних умов нафтових родовищ.

Метою роботи є аналіз типів промивальних рідин, їх властивостей та ефективності при бурінні свердловин на нафтових родовищах.

Нафтові родовища характеризуються різноманітними геологічними умовами, що впливають на процес буріння: наявність пластових флюїдів (нафта, вода, газ); змінні пластові тиски; різноманітний літологічний склад порід; наявність нестійких інтервалів.

Основні ускладнення: обвали стінок свердловини; поглинання бурового розчину; прихвати бурильного інструменту; прояви нафти і газу. У таких умовах промивальні рідини повинні забезпечувати стабільність процесу буріння [1-5].

Промивальні рідини виконують ряд важливих функцій: очищення вибою від шламу; транспортування вибуреної породи; охолодження бурового інструменту; створення гідростатичного тиску; стабілізація стінок свердловини; зменшення тертя; запобігання ускладненням [6-9]. Якість виконання цих функцій безпосередньо впливає на швидкість і безпеку буріння.

Вимоги до промивальних рідин. Промивальні рідини повинні: забезпечувати необхідний тиск; мати стабільні реологічні властивості; бути термостійкими; мати низьку фільтрацію; не пошкоджувати продуктивні пласти.

Особливу увагу приділяють збереженню колекторських властивостей порід.

Ускладнення та методи їх усунення. Основні проблемами є: поглинання розчину; обвали; прихвати; газонафтові прояви. Методи боротьби включають: регулювання густини; використання спеціальних добавок; застосування інгібіторів; контроль параметрів буріння [10-13].

Сучасні технології включають: екологічні бурові розчини; полімерні системи нового покоління (наприклад: виробництва «Геосінтез інженірінг»); автоматизований контроль; цифрові технології. Це дозволяє підвищити ефективність і знизити витрати.

Висновки. Промивальні рідини відіграють ключову роль у процесі бу-

ріння свердловин на нафтових родовищах. Їх правильний вибір забезпечує стабільність процесу, зменшує ризик ускладнень та підвищує ефективність робіт. Основними факторами вибору є: геологічні умови; глибина свердловини; пластовий тиск; тип порід. Таким чином, вдосконалення складу та технологій застосування промивальних рідин є важливим напрямом розвитку бурової галузі.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем'як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем'як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Chernova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva B. (2022). Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, №21(1.2). 917-925. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.1/s06.111

7. Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Sudakova D., Borash B. (2023). Modeling of drilling water supply wellswith airlift reverse flush agent circulation. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. № 1. 53-60. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053

8. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

9. Ratov B.T., Chudyk I.I., Fedorov B.V., Sudakov A.K., Borash B.R. (2023). Results of production tests of an experimental diamond crown during exploratory drilling in Kazakhstan. SOCAR Proceedings. No.2. 023-029. http://dx.doi.org/10.5510/OGP20230200842

10. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

11. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

12. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

13. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

14. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКРИВЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ РОТОРНО-КЕРОВАНИХ СИСТЕМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Міщенко Сергій Петрович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Хоменко В. Л.**

Технологія викривлення свердловин за допомогою роторно-керованих систем (RSS) є одним із ключових напрямів розвитку сучасного буріння, що дозволяє забезпечити високу точність траєкторії, підвищити ефективність розробки родовищ та знизити технологічні ризики. У контексті ускладнення геологічних умов, необхідності буріння горизонтальних і багатовідгалужених свердловин, а також оптимізації видобутку вуглеводнів, застосування роторно-керованих систем набуває особливого значення. Основна ідея RSS полягає у безперервному обертанні бурильної колони разом із долотом при одночасному керуванні напрямком буріння без необхідності зупинки процесу для орієнтації вибійного двигуна, як це відбувається при традиційних методах [1].

Технологічна перевага роторно-керованих систем полягає у можливості забезпечення плавної зміни траєкторії свердловини, що особливо важливо при бурінні складних профілів. На відміну від класичних гвинтових двигунів із ковзанням, де виникають значні відхилення та нерівномірність стовбура, RSS дозволяє формувати більш гладку та прогнозовану траєкторію. Це досягається завдяки використанню спеціальних керованих механізмів, які змінюють напрямок буріння за рахунок відхилення долота або створення бокової сили на вибій.

Існує два основних принципи роботи роторно-керованих систем: push-the-bit та point-the-bit. У першому випадку система створює бокову силу, яка відштовхує долото в потрібному напрямку за допомогою спеціальних штовхаючих елементів. У другому випадку долото безпосередньо орієнтується у заданому напрямку завдяки зміні кута нахилу осі обертання. Обидва підходи мають свої переваги та обмеження, однак забезпечують значно кращий контроль траєкторії порівняно з традиційними технологіями [2].

Однією з ключових складових RSS є система вимірювання параметрів у процесі буріння (MWD/LWD), яка забезпечує отримання інформації про кут нахилу, азимут, параметри породи та інші характеристики в реальному часі. Це дозволяє оперативно коригувати траєкторію свердловини, мінімізуючи відхилення від проектного профілю.

Важливим аспектом є також механічна надійність роторно-керованих систем. Оскільки всі елементи системи працюють у складних умовах високих температур, тиску та абразивного зносу, конструкція RSS повинна забезпечувати довговічність та стабільність роботи. Сучасні системи оснащуються високотехнологічними матеріалами, герметичними електронними модулями та системами захисту від вібрацій. На рисунку 1 показано формування траєкторії свердловини при використанні роторно-керованої системи.

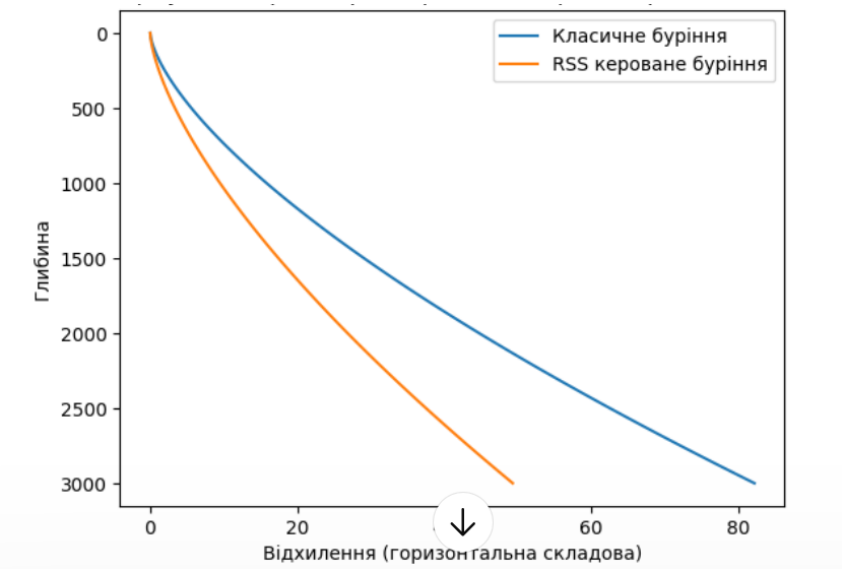


Рис. 1. Формування траєкторії свердловини при використанні роторно-керованої системи

Як видно з рисунка, застосування RSS дозволяє отримати більш гладку криву викривлення, що позитивно впливає на подальшу експлуатацію свердловини. Зменшення різких перегинів знижує зношування бурильного інструменту, покращує умови спуско-підіймальних операцій та сприяє ефективнішому проходженню обсадних колон.

Окрім цього, використання роторно-керованих систем дозволяє значно підвищити механічну швидкість буріння (ROP). Це пояснюється тим, що відсутність режиму ковзання забезпечує постійне обертання долота, що покращує руйнування породи та зменшує втрати енергії. В результаті скорочується загальний час будівництва свердловини, що має суттєве економічне значення.

Ще одним важливим фактором є зменшення ризику прихватів бурильного інструменту. При традиційному бурінні в режимі sliding виникають зони підвищеного тертя між бурильною колоною та стінками свердловини. RSS забезпечує більш рівномірний контакт та зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій. Це особливо актуально при бурінні горизонтальних ділянок, де довжина контакту значно збільшується.

На рисунку 2 показані типи спрямованого буріння, а також спеціальні елементи створюють бокове зусилля, яке відхиляє долото у потрібному напрямку. Це дозволяє змінювати траєкторію без зупинки обертання бурильної колони.

Важливим напрямом розвитку RSS є інтеграція з цифровими технологіями та автоматизацією буріння. Сучасні системи здатні працювати в режимі напівавтоматичного або повністю автоматичного керування, використовуючи дані з датчиків та математичні моделі для оптимізації процесу. Це відкриває перспективи для створення «інтелектуальних» свердловин, де всі параметри контролюються в реальному часі.

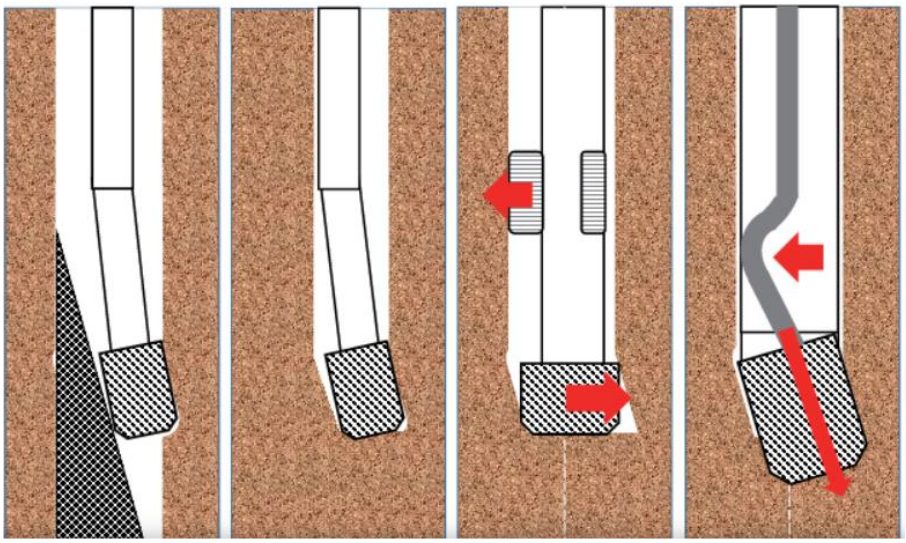


Рис. 2. Типи спрямованого буріння: зліва направо – клиновідхилювач (whipstock), вигнута підвісна муфта (bent sub), система типу push-the-bit та система типу point-the-bit

Необхідно також враховувати економічний аспект застосування роторно-керованих систем. Незважаючи на високу вартість обладнання, їх використання є економічно доцільним завдяки скороченню часу буріння, зменшенню кількості аварій та підвищенню продуктивності свердловин. Особливо це актуально для складних геологічних умов, де традиційні методи буріння є менш ефективними.

У процесі проектування траєкторії свердловини з використанням RSS велике значення має правильний вибір параметрів буріння, таких як навантаження на долото, частота обертання, витрата бурового розчину та інші. Оптимізація цих параметрів дозволяє досягти максимального ефекту від використання технології та забезпечити стабільність процесу.

Таким чином, роторно-керовані системи є важливим інструментом сучасного буріння, який забезпечує високу точність, ефективність та безпеку процесу. Їх застосування дозволяє вирішувати складні інженерні задачі, пов’язані з бурінням у складних геологічних умовах, та сприяє підвищенню ефективності розробки родовищ. Подальший розвиток цієї технології пов’язаний із вдосконаленням конструкцій, впровадженням нових матеріалів та інтеграцією з цифровими системами керування, що відкриває широкі перспективи для майбутнього нафтогазової галузі.

Перелік посилань

1. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Kirin, R., Svitlychnyi, S., & Moskalenko, A. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012008

2. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Shypunov, S. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012004

МЕТОДИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИБОРОЧНОГО РЕМОНТУ ДІЛЯНКИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мошковська Наталія Михайлівна, група 185-23ск-2
***Науковий керівник:* к.п.н., доцент Калюжна Т.М.**

В умовах тривалої експлуатації магістральних нафтопроводів, значна частина яких в Україні вже перевищила нормативний термін служби, проблема підтримання їхньої працездатності та безпеки набуває першочергового значення. У процесі експлуатації в металі труб і зварних з'єднаннях виявляються різноманітні дефекти: корозійні пошкодження (як зовнішні, так і внутрішні), механічні пошкодження, тріщини, дефекти зварювання, що утворилися під час будівництва. Універсальним та ефективним способом усунення таких дефектів без заміни великих ділянок трубопроводу є вибірковий ремонт. Відповідно до нормативних визначень, вибірковий ремонт нафтопроводу – це локальний ремонт окремої секції трубопроводу або групи секцій, розташованих на обмеженій ділянці (як правило, на відстані до 100 м), з метою ліквідації виявлених дефектів. Такий ремонт включає усунення пошкоджень на ділянках, прилеглих до вузлів лінійної арматури, та на окремих ділянках довжиною до 20 номінальних діаметрів труби. Вибірковий ремонт дозволяє суттєво подовжити ресурс трубопроводу, відтермінувати або взагалі уникнути дороговартісної заміни цілих ділянок, що особливо актуально в умовах обмеженого фінансування та необхідності забезпечення безперебійного транспортування нафти.

Успішне планування та проведення вибіркового ремонту неможливе без якісної передремонтної діагностики. Комплексне обстеження технічного стану трубопроводу згідно з ДСТУ 8753:2017 включає виявлення дефектів, їхню класифікацію за типами та розмірами, визначення залишкової міцності труби та прогнозування подальшої працездатності. Основним методом діагностики є внутрішньотрубна дефектоскопія з використанням спеціалізованих пристроїв — "інтелектуальних свиней", оснащених магнітними або ультразвуковими датчиками. Результати такої діагностики дозволяють з високою точністю визначити координати дефектних ділянок, їх геометричні параметри та ступінь небезпеки, що слугує основою для формування адресної програми ремонтних робіт. Сучасна технологія вибіркового ремонту базується на застосуванні широкого спектру методів, які можна класифікувати за кількома ознаками: за умовами проведення робіт (без зупинки перекачування нафти або з її зупинкою та розпорушенням ділянки), за способом впливу на дефект (механічний, термічний, хімічний) та за типом ремонтної конструкції. Розробка оптимальної технології для кожної конкретної ділянки потребує врахування типу та розміру дефекту, робочого тиску в трубопроводі, ґрунтових умов, наявності під'їзних шляхів та інших факторів. Найбільшого поширення набули методи ремонту із застосуванням муфтових та бандажних конструкцій, які дозволяють відновити герметичність та міцність труби без її заміни. Для локального усунення невеликих корозійних дефектів, вм'ятин та задирок застосовуються композитні бандажі –

гнучкі стрічки, просочені полімерними смолами (наприклад, епоксидними), які намотуються на попередньо очищену поверхню труби. Після полімеризації смоли утворюється твердий міцний шар, що відновлює втрачену товщину стінки та захищає метал від подальшої корозії. Технологія бандажування є відносно простою, не потребує важкого обладнання та може виконуватися навіть на важкодоступних ділянках. Більш складним, але й надійнішим методом є встановлення ремонтних муфт різних типів. В Україні, зокрема, ТОВ НВП «УКРТРУБОІЗОЛ» освоєно випуск трьох типів ремонтних конструкцій: бандаж розрізний (складається з двох елементів), муфта герметична з розрізними кільцями (з шести елементів) та муфта двошарова герметична з розрізними кільцями. Герметичні муфти забезпечують повну ізоляцію дефектної ділянки та здатні витримувати високий тиск, що робить їх придатними для ремонту магістральних нафтопроводів без зупинки перекачування.

Особливе місце в технології вибіркового ремонту займають приварні обтискні муфти. Ці муфти складаються з двох напівобічайок, які встановлюються на трубу поверх дефекту та зварюються між собою по поздовжніх швах. Для забезпечення щільного контакту муфти з трубою застосовується технологія попереднього підігріву або механічного обтиску. Після встановлення муфта створює додатковий силовий шар, що розвантажує дефектну ділянку. Цей метод є високоефективним для усунення небезпечних корозійних дефектів, тріщин та навіть невеликих розривів. В окремих випадках, коли дефект є надто значним або муфтове з'єднання з якихось причин неможливе, застосовується ремонт із заміною ділянки труби — вирізання дефектної частини та вварювання нової "вставки" (котуха). Цей метод є найбільш трудомістким та дорогим, вимагає зупинки перекачування нафти, розпорушення траншеї та висококваліфікованих зварників. Однак він забезпечує повне відновлення міцності трубопроводу.

Вибірковий ремонт залежно від способу реалізації може бути безпідйомним (відновлення ізоляції та встановлення бандажів чи муфт без підняття труби) та з підйомом труби (виконання зварювальних робіт, заміна ділянки). Безпідйомні методи є більш сучасними та економічно вигіднішими. За оцінками фахівців, використання ремонтних конструкцій дозволяє проводити оперативний ремонт трубопроводу без зупинки та заміни пошкодженої ділянки. При цьому витрати на ремонт без заміни пошкодженої ділянки можуть бути на 60-70% меншими порівняно з витратами на ремонт із заміною. Значну економію забезпечують також технології ремонту ізоляції без підняття трубопроводу, розроблені для діаметрів від 530 мм до 1220 мм. Технологічне обладнання для виконання вибіркового капітального ремонту трубопроводів постійно вдосконалюється. Відомі технологічні схеми виконання вибіркового ремонту, однак вони не завжди передбачають комплексну механізацію всіх процесів, зокрема важких та трудомістких робіт з розкриття та засипки траншей. Тому актуальним є розроблення нових комплексів машин, здатних виконувати весь цикл робіт – від земляних до ізоляційних – з мінімальним залученням ручної праці. Організація робіт з вибіркового ремонту регламентується низкою нормативних документів, зокрема ДСТУ 8753:2017, відомчими будівельними нормами (ВБН В.3.1-00013741-06:2006, ВБН В.3.1-00013741-09:2008), а також Правилами без-

пеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів. Вони встановлюють єдині вимоги до технології виконання робіт, забезпечення промислової та екологічної безпеки, кваліфікації персоналу та приймання виконаних робіт. Усі роботи, виконані під час ремонту, приймаються інженерно-технічним працівником за актом, до якого додаються протоколи випробувань та сертифікати на матеріали. Важливою є також організація контролю якості зварних з'єднань (для методів із заміною ділянок) неруйнівними методами – радіографічним, ультразвуковим або магнітопорошковим. Після завершення ремонту обов'язково проводиться гідравлічне випробування відремонтованої ділянки на міцність та герметичність тиском, що перевищує робочий.

Таким чином, розробка та впровадження ефективних технологій вибіркового ремонту є ключовим чинником забезпечення надійної та безпечної експлуатації магістральних нафтопроводів. Сучасний арсенал методів — від простих композитних бандажів до складних приварних муфт — дозволяє вибрати оптимальне рішення для усунення практично будь-якого типу дефектів, мінімізуючи витрати та час простою трубопроводу. Перспективи подальших досліджень у цій галузі пов'язані з удосконаленням муфтових конструкцій, розробкою нових полімерних матеріалів із підвищеними міцнісними та адгезійними властивостями, створенням роботизованих комплексів для виконання ремонтних робіт в умовах підвищеної небезпеки, а також з широким впровадженням цифрових технологій для прогнозування залишкового ресурсу відремонтованих ділянок. Інтеграція засобів діагностики, моделювання та контролю в єдину систему управління технічним станом дозволить перейти від ремонту "за фактом" до планово-попереджувальної системи, що базується на реальних параметрах зносу. Це забезпечить максимальне подовження життєвого циклу магістральних нафтопроводів та знизить екологічні ризики.

Перелік посилань

1. Bekeshova, Z. B., Ratov, B. T., Sudakov, A. K., Kozhakhmet, K. A., & Sudakova, D. A. (2024). Assessment of the oil and gas potential of the eastern edge of the northern Ustyurt using new geophysical data. Natsional'nyi Hirnychyi Universytet. Naukovyi Visnyk, (5), 5-11.

2. Ставичний Є. М., Фем’як, Я. М., Тершак, Б. А., Ігнатов, А. О., Рибачук, С. А., Бочкур, Ю. В., & Савчук, Н. М. (2023). Сучасне вітчизняне технологічне обладнання для кріплення свердловин хвостовиками з колоною-фільтром. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields, (1(86), 54–63. https://doi.org/10.31471/1993-9973-2023-1(86)-54-63

3. Ratov, B. T., Sudakov, A. K., Fedorov, B. V., Ruslyakova-Kupriyanova, I. A., & Sundetova, P. S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ НА СХІДНО-РОГИНЦІВСЬКОМУ НАФТОВОМУ РОДОВИЩІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мошковський Олексій Андрійович, група 185-23-ск-1
***Науковий керівник:* д.т.н., професор Судаков А.К.**

Ромашівське нафтове родовище є одним із найбільших і найстаріших родовищ нафти, що активно розробляється протягом тривалого часу. Умови спорудження свердловин на цьому родовищі характеризуються складною геологічною будовою, неоднорідністю колекторів та наявністю різноманітних ускладнень у процесі буріння.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності бурових робіт, зниження аварійності та оптимізації технологічних процесів.

Метою роботи є аналіз геолого-технічних умов спорудження свердловин на Ромашівському родовищі та визначення основних факторів, що впливають на процес буріння.

Ромашівське родовище розташоване в межах Волго-Уральської нафтогазоносної провінції та характеризується складною багатопластовою будовою.

Геологічний розріз включає: карбонатні та теригенні відклади; чергування вапняків, доломітів, пісковиків і глин; наявність тріщинуватих і пористих колекторів.

Продуктивні горизонти приурочені переважно до девонських і карбонатних відкладів. Вони характеризуються: значною глибиною залягання; змінною проникністю; неоднорідністю насичення.

Особливістю родовища є висока ступінь виробленості запасів, що впливає на пластовий тиск і ускладнює процес буріння нових свердловин.

Геолого-технічні умови спорудження свердловин:

- у процесі розробки родовища спостерігається: зниження пластового тиску; нерівномірний розподіл тиску по пластах; локальні зони з підвищеним або зниженим тиском. Це ускладнює вибір оптимальних параметрів буріння та вимагає постійного контролю;

- під час буріння свердловин виникають такі ускладнення: обвали стінок свердловини; прихвати бурильного інструменту; поглинання бурового розчину; прояви флюїдів. Особливу небезпеку становлять інтервали тріщинуватих порід, де можливі значні втрати бурового розчину;

- літологічна неоднорідність розрізу призводить до: різкої зміни швидкості буріння; складності прогнозування розрізу; нестабільності стінок свердловини. Глинисті породи можуть набухати, що спричиняє звуження стовбура свердловини.

Для спорудження свердловин використовуються сучасні бурові установки, які забезпечують: стабільну роботу на різних глибинах; контроль технологічних параметрів; підвищену безпеку [1-5]. Автоматизація процесів дозволяє

зменшити вплив людського фактора.

Бурові розчини виконують ключові функції: стабілізація стінок свердловини; винесення шламу; контроль тиску [6-10]. Застосовуються: глинисті розчини; полімерні системи; інгібуючі склади [11-15]. Правильний підбір розчину дозволяє значно знизити ризик ускладнень.

Конструкція свердловини включає: обсадні колони різного діаметра; цементування; ізоляцію проблемних зон. Це забезпечує довговічність та безпечну експлуатацію свердловини [16].

Проведений аналіз показав, що основними факторами, які впливають на процес буріння, є: геологічна неоднорідність; зміна пластового тиску; наявність тріщинуватих порід; складні літологічні умови.

Для підвищення ефективності рекомендується: оптимізувати параметри буріння; застосовувати сучасні бурові розчини; використовувати системи моніторингу в реальному часі; вдосконалювати конструкцію свердловин.

Висновки

Результати аналізу геолого-технічних умов спорудження свердловин на Ромашівському родовищі свідчать про їх складність та багатофакторність. Основними проблемами є нестабільність порід, зміна пластового тиску та літологічна неоднорідність.

Ефективне спорудження свердловин можливе за умови: комплексного підходу до аналізу геологічних умов; застосування сучасних технологій; постійного контролю параметрів буріння.

Таким чином, удосконалення технологій буріння є ключовим напрямом підвищення ефективності розробки родовища.

Перелік посилань

1. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем’як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022. 344 с.

2. A. Sudakov, H. Hapich, A. Shumov, L. Holub (2023). Overview of binding substances for manufacturing block gravel filters of hydrogeological wells. Tooling materials science, 26, 49-57. https://doi.org/10.33839/2708-731X-25-1-58-68.

3. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

4. Фем’як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Hennadii Hapich, Alina Zahrytsenko, Andrii Sudakov, Artem Pavlychenko, Sergiy Yurchenko, Diana Sudakova & Iryna Chushkina (2024). Prospects of alternative water supply for the population of Ukraine during wartime and post-war reconstruction, International Journal of Environmental Studies. https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296781

9. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

10. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

11. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

12. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

13. Ratov, B.T., Fedorov, B.V., Syzdykov, A.Kh., Zakenov, S.T., Sudakov A.K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Section Exploration & Mining. 503-514. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.l/s03.062

14. Chernova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva B. (2022). Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, №21(1.2). 917-925. https://doi.org/10.5593/sgem2021/1.1/s06.111

15. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

16. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗТИНУ ПЛАСТА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДДАЧІ НА ПІЗНІЙ СТАДІЇ РОЗРОБКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Назаренко Андрій Володимирович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Ефективність застосування гідравлічного розриву пласта (ГРП) як методу підвищення нафтовіддачі на пізній стадії розробки родовищ є однією з найбільш актуальних проблем сучасної нафтогазової інженерії. Нафтові родовища України та багатьох інших країн вступили в завершальну стадію експлуатації, для якої характерні виснаження пластової енергії, висока обводненість продукції, зниження проникності привибійної зони пласта внаслідок кольматації та погіршення фільтраційних властивостей колекторів. У таких умовах традиційні методи заводнення часто не забезпечують необхідного рівня видобутку, оскільки закачувана вода просувається переважно по високопроникних каналах, залишаючи значні обсяги залишкової нафти ізольованими в низькопроникних зонах та лінзах. Саме тут ГРП, який дозволяє створювати високопровідні канали в привибійній зоні та глибоко проникати в слабодреновані ділянки пласта, стає критично важливим інструментом для залучення важковидобувних запасів та продовження «життя» родовища.

Гідравлічний розрив пласта є високоефективною і широко використовуваною в нафтогазовій промисловості технологією гідрогазодинамічного методу інтенсифікації припливу пластових флюїдів у свердловину. Принцип дії полягає в нагнітанні в пласт спеціальної рідини під тиском, що перевищує тиск розриву гірських порід, внаслідок чого утворюються одна або декілька тріщин. Для запобігання їх змиканню після зниження тиску в тріщини закачують пропант (кварцовий пісок, керамічні гранули тощо). Це дозволяє створити довготривалий високопроникний канал, який з'єднує свердловину з видаленими зонами пласта, значно збільшуючи площу дренування. На пізніх стадіях розробки ефективність ГРП базується на його здатності розкривати нові, неохоплені заводненням пропластки, відновлювати проникність забрудненої привибійної зони та змінювати напрямки фільтраційних потоків. Крім того, ГРП є одним із найбільш ефективних методів боротьби з так званим «скін-ефектом» – погіршенням фільтраційних властивостей пласта поблизу стінки свердловини, що неминуче виникає в процесі тривалої експлуатації. Як показує досвід, для інтенсифікації припливу на нафтонасиченому об'єкті завтовшки понад 4 м доцільно проводити гідророзрив пласта, при цьому проникність пласта має бути більшою за 0,1 мкм², а довжина тріщини – понад 50 м.

Оцінка ефективності ГРП на пізній стадії розробки базується на комплексному аналізі низки критеріїв, які виходять за межі простого порівняння дебітів «до» та «після» операції. Важливими показниками є тривалість ефекту (за даними досліджень, вона може сягати 3-5 років), коефіцієнт успішності операцій, додатковий накопичений видобуток нафти, а також відношення отриманого

ефекту до витрат. Не менш значущим є аналіз зміни обводненості продукції після ГРП. На виснажених родовищах існує високий ризик прориву тріщини у водо- або газонасичені інтервали, що може призвести до різкого зростання обводненості та нівелювати позитивний ефект. Тому сучасні підходи до проведення ГРП передбачають використання спеціальних технологічних рішень, спрямованих на обмеження висоти тріщини, наприклад, застосування низьков'язких рідин з концентрацією полімеру 2,8-3,2 кг/м³, які дозволяють зменшити зростання водонасичення продукції після стимуляції. Критичним є також етап вибору свердловини-кандидата, який базується на детальному аналізі геолого-промислових даних, включаючи результати гідродинамічних досліджень та геофізичних методів оцінки стану привибійної зони. Як зазначається в роботах українських дослідників, точність визначення потенціалу свердловини-кандидата безпосередньо впливає на вибір відповідної технології ГРП і параметрів технологічної операції.

Практичний досвід застосування ГРП на пізній стадії розробки, накопичений у світі та в Україні, свідчить про високу ефективність цієї технології при правильному виборі об'єктів та оптимізації дизайну. В Україні ПАТ «Укрнафта» системно використовує ГРП для підвищення видобутку на виснажених родовищах. Так, операції потужного гідророзриву пласта, проведені у 2018 році на свердловинах Струтинського та Північно-Долинського родовищ, дозволили збільшити середньодобовий видобуток нафти на 25 тонн на добу, а додатковий накопичений видобуток за два місяці склав понад 1000 тонн. Міжнародний досвід демонструє ще більш вражаючі результати. У зрілому родовищі Бахра (Kuwait), де проникність колектора становить лише 0,5-1 мД, застосування горизонтального буріння в поєднанні з багатостадійним ГРП дозволило збільшити видобуток на 300% порівняно з вертикальними свердловинами, де використовувалося кислотне ГРП. Сім стадій ГРП було успішно виконано за 6 днів, а свердловина вийшла на стабільний дебіт 1300 барелів нафти на добу. Інший показовий приклад – родовище Гаргаф у Лівії, де застосування дворівневої стратегії стимуляції, що поєднує кислотну обробку OneSTEP EF з традиційним ГРП, дозволило підняти видобуток нафти до 850 барелів на добу та газу до 8 млн кубічних футів на добу, при цьому обводненість продукції становила лише 8%. Цей успіх був масштабований на ще п'ять свердловин із середнім дебітом 900 барелів на добу кожна.

Окремим і надзвичайно перспективним напрямком підвищення нафтовіддачі на пізній стадії є повторний ГРП (рефракінг). Ця технологія застосовується на свердловинах, де первинний ГРП було проведено декілька років тому, і його ефект значно знизився через деградацію пропанту або кольматацію тріщин. Сучасні дослідження показують, що повторний ГРП з використанням більш досконалих дизайнів (з більшою кількістю пропанту, меншими інтервалами між кластерами перфорації) дозволяє залучити значні обсяги залишкових вуглеводнів, які не були видобуті під час первинної стимуляції. За оцінками фахівців, повторний ГРП лише на 10% свердловин у великих сланцевих формаціях США (понад 58 000 свердловин) може забезпечити додатковий видобуток у 1,5 млн барелів нафти на добу. Для зрілих горизонтальних свердловин розробляються

нові технології, такі як односпускні розширювані системи (expandable liners), які дозволяють ізолювати старі перфорації та провести рефракінг нових інтервалів з мінімальними витратами. Економічні розрахунки показують, що очікувана рентабельність інвестицій для повторного ГРП може перевищувати 3:1, при цьому вартість рефракінгу є значно нижчою, ніж буріння нової свердловини.

Незважаючи на високу ефективність, застосування ГРП на пізній стадії розробки стикається з низкою викликів, які потребують подальших досліджень та вдосконалення технологій. По-перше, це проблема прогнозування напрямку та висоти тріщини в умовах неоднорідного поля напружень, яке змінилося внаслідок тривалого заводнення. По-друге, це необхідність мінімізації прориву тріщини у водоносні горизонти, що особливо актуально для родовищ з підошовною водою. По-третє, це вибір оптимального пропанту, здатного витримувати високі замикаючі напруження на великих глибинах та забезпечувати довготривалу провідність тріщини. Вирішення цих проблем лежить у площині інтеграції геомеханічного моделювання, методів машинного навчання для аналізу великих масивів даних та розробки нових матеріалів, зокрема наночастинок для стабілізації пропанту та покращення його транспортних властивостей. Надзвичайно перспективним є поєднання ГРП з іншими методами підвищення нафтовіддачі, наприклад, з циклічним заводненням або закачуванням розчинників, що дозволяє синергічно посилити ефект стимуляції. Таким чином, аналіз ефективності ГРП на пізній стадії розробки однозначно свідчить, що ця технологія є критичним інструментом для забезпечення рентабельного видобутку вуглеводнів з виснажених родовищ, а її подальший розвиток буде визначатися впровадженням інтелектуальних систем проєктування та адаптивного управління процесом розриву в реальному часі.

Перелік посилань

1. Оцінка газоносності метановугільних родовищ : підручник / Є.А. Коровяка, Л.Н. Ширін, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Журфонд, 2023. – 304 с.

2. Boranbay Ratov; Boris Fedorov; Volodymyr Khomenko; Aidar Kuttybayev; Manshuk Sarbopeyeva. (2024). Development of a combined spud bit for drilling technological wells in Kazakhstan. Proceedings of 24th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2024, Volume 24, Issue 1.1. https://doi.org/10.5593/sgem2024/1.1/s06.71

3. Haddad, J.S., Denyshchenko, O., Kolosov, D., Bartashevskyi, S., Rastsvietaiev, V., Cherniaiev, O. (2021). Reducing Wear of the Mine Ropeways Components Basing Upon the Studies of Their Contact Interaction. Archives of Mining Sciences, 66(4), 579-594. https://doi.org/10.24425/ams.2021.139598

4. Судаков, А.К., Дреус, А.Ю., Судакова, Д.А., Кононов, М.І. (2022). Способи формування ізоляційної оболонки, основані на явищі фазового переходу тампонажного матеріалу. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (25), 40-53.

БУРІННЯ З КЕРОВАНИМ ТИСКОМ (MPD)

НТУ «Дніпровська політехніка»

Носов Микола Сергійович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Хоменко В. Л.**

Буріння з керованим тиском (Managed Pressure Drilling, MPD) є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку сучасних технологій нафтогазової галузі, що спрямований на підвищення ефективності та безпеки процесу спорудження свердловин. Зростання складності геологічних умов, зокрема буріння в умовах вузького вікна тисків між пластовим та тиском розриву, потребує застосування інноваційних підходів до керування гідродинамічними процесами у свердловині. Саме тому технологія MPD набуває широкого впровадження як альтернатива традиційним методам буріння, що не завжди дозволяють забезпечити належний контроль над тиском у складних умовах.

Суть буріння з керованим тиском полягає у точному регулюванні еквівалентної циркуляційної густини (ECD) шляхом контролю тиску на гирлі свердловини та гідродинамічних параметрів бурового розчину. На відміну від традиційного буріння, де тиск визначається переважно густиною бурового розчину, MPD дозволяє оперативно змінювати тиск у свердловині без необхідності зміни складу або густини розчину. Це досягається шляхом використання спеціального обладнання, такого як обертові превентори (Rotating Control Device, RCD), дросельні маніфольди та автоматизовані системи керування [1].

У традиційних технологіях буріння підтримання тиску здійснюється переважно за рахунок зміни густини бурового розчину, що не дозволяє оперативно реагувати на зміну гірничо-геологічних умов. На відміну від цього, MPD забезпечує динамічне регулювання гідростатичного та циркуляційного тиску, дозволяючи утримувати його в межах так званого «вікна буріння». Для наочного порівняння цих підходів наведено графічну залежність розподілу тисків (рисунок 1).

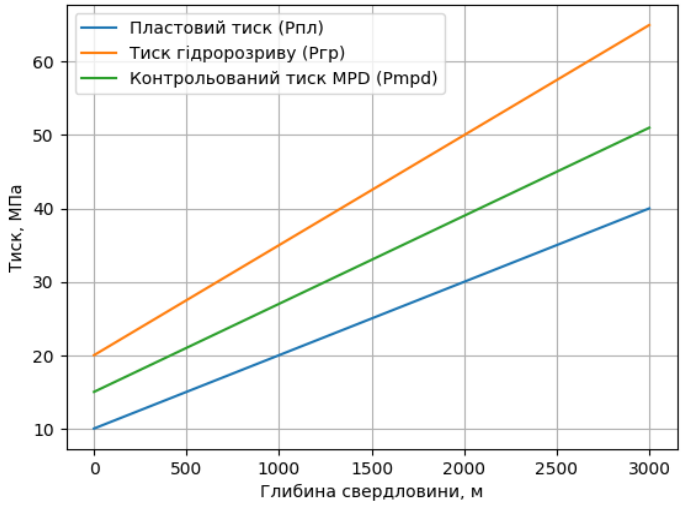


Рис. 1. Розподіл тисків у свердловині при застосуванні технології MPD

Аналіз наведеного графіка, демонструє принципову перевагу технології

MPD у частині управління тисковим режимом у свердловині. Зокрема, контрольований тиск при застосуванні MPD утримується всередині безпечного інтервалу між пластовим тиском і тиском гідророзриву, що значно зменшує ризики виникнення як газопроявів, так і втрат циркуляції.

На відміну від традиційного підходу, де траєкторія тиску може виходити за межі допустимого діапазону, MPD дозволяє підтримувати стабільні умови буріння навіть при зміні геологічних характеристик розрізу. Це досягається шляхом точного регулювання протитиску на гирлі свердловини за допомогою дросельних систем та автоматизованого керування циркуляцією бурового розчину. Таким чином, графічно підтверджується ефективність MPD як технології розширеного контролю тискового режиму.

Конструктивна реалізація технології буріння з керованим тиском базується на взаємодії кількох ключових функціональних блоків, кожен з яких виконує специфічну роль у забезпеченні стабільного гідродинамічного режиму у свердловині. До таких елементів належать система автоматичного керування, дросельний маніфольд, обертовий превентор (Rotating Control Device, RCD), а також безпосередньо стовбур свердловини та продуктивний пласт.

Кожен із зазначених компонентів інтегрований у єдину замкнену систему контролю, що дозволяє оперативно реагувати на зміни тиску та витрати бурового розчину[2]. Для кращого розуміння принципу взаємодії основних елементів MPD-системи наведено її принципову структурну схему.



Рис. 2. Принципова схема системи буріння з керованим тиском (MPD)

Як видно зі схеми, система MPD має ієрархічну структуру з центральним блоком керування, який координує роботу всіх виконавчих механізмів. Сигнали від датчиків тиску та витрати надходять до автоматизованої системи управління, яка в режимі реального часу формує керуючі впливи на дросельний маніфольд.

Обертовий превентор (RCD) забезпечує герметизацію гирла свердловини

при одночасному обертанні бурильної колони, що є критично важливим для підтримання контрольованого протитиску. Дросельний вузол дозволяє точно регулювати вихідний потік бурового розчину, формуючи необхідний гідравлічний режим у стовбурі свердловини. Узгоджена робота всіх елементів системи забезпечує реалізацію головного принципу MPD – підтримання тиску в заданих межах без зміни властивостей бурового розчину.

Важливою перевагою MPD є можливість адаптації до змінних геологічних умов у режимі реального часу. У разі входження у зону підвищеного пластового тиску система може миттєво компенсувати його за рахунок збільшення протитиску на гирлі, не змінюючи при цьому фізико-хімічні властивості бурового розчину. Це значно підвищує рівень безпеки буріння та зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій.

Слід також відзначити, що MPD позитивно впливає на якість формування стовбура свердловини. Стабільний тиск сприяє зменшенню обвалів порід, покращує умови очищення вибою та підвищує ефективність роботи бурового інструменту. Як наслідок, підвищується швидкість проходки та зменшується загальний час будівництва свердловини.

Разом з тим, впровадження технології MPD супроводжується певними викликами. Основним з них є висока вартість обладнання та складність його експлуатації. Системи MPD вимагають високого рівня автоматизації та кваліфікованого персоналу, здатного працювати з інтелектуальними системами керування. Також необхідним є регулярне технічне обслуговування обладнання для забезпечення його надійності.

Таким чином, буріння з керованим тиском є важливою технологічною інновацією, що суттєво розширює можливості сучасного буріння. Вона забезпечує підвищення безпеки, зменшення витрат та покращення техніко-економічних показників спорудження свердловин. Подальший розвиток MPD пов’язаний із вдосконаленням обладнання, підвищенням рівня автоматизації та впровадженням інтелектуальних систем керування.

У підсумку можна зробити висновок, що MPD є не просто альтернативою традиційному бурінню, а новим етапом еволюції бурових технологій, який дозволяє ефективно працювати в умовах підвищеної геологічної складності та відкриває нові можливості для розвитку нафтогазової промисловості.

Перелік посилань

1. Muratova, S., Ratov, B., Khomenko, V., Pashchenko, O., & Kamyshatskyi, O. (2025). Improvement of the methodology for measuring plastic viscosity and dynamic shear stress of drilling fluids. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, 1491(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1491/1/012026

2. Muratova, S., Khomenko, V., Pashchenko, O., Matayeva Z., & Kenzhegalieva, Zh. (2025). Development of algorithms for continuous monitoring of drilling fluid viscosity in dynamic condition. International International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2025(4.2). https://doi.org/10.5593/sgem2025v/4.2/s06.24

ОЦІНКА ТА БОРОТЬБА З УСКЛАДНЕННЯМИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Овчар Єгор Анатолійович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник:* к.п.н., доцент Калюжна Т.М.**

Трубопровідний транспорт є основним засобом доставки нафти та газу від місць видобутку до пунктів переробки та споживання. У процесі тривалої експлуатації магістральних нафто- та газопроводів виникає низка негативних явищ, що знижують пропускну здатність, ефективність і безпеку роботи системи. До основних видів ускладнень належать корозія металу труб, відкладення асфальто-смоло-парафінових сполук (АСПВ) у нафтопроводах, гідратоутворення в газопроводах, солевідкладення, накопичення механічних домішок та води, а також гідравлічні удари. Найбільш поширеною причиною аварій на магістральних трубопроводах в Україні є корозія, що підтверджується аналізом аварійних ситуацій за період 2005–2015 років, де пошкодження корозійного характеру становлять значну частку. Інтенсивність ґрунтової корозії трубопроводів залежить від складу ґрунту, його вологості, наявності блукаючих струмів та інших факторів. Процеси корозії можуть бути як внутрішніми, спричиненими присутністю агресивних компонентів у середовищі, що транспортується, так і зовнішніми, зумовленими дією навколишнього середовища. Без належного захисту металеві конструкції можуть вийти з ладу значно раніше від розрахункового терміну, що створює загрозу аварій, витоків, екологічних катастроф і значних економічних втрат.

Оцінка технічного стану трубопроводів і своєчасне виявлення ускладнень є ключовим етапом у системі забезпечення їх надійності. Сучасна діагностика базується на комплексному застосуванні методів неруйнівного контролю, які дозволяють визначати дефекти без зупинки транспортування продукту. Серед них важливе місце посідають методи магнітної дефектоскопії, ультразвукової товщинометрії, візуального та магнітопорошкового контролю. Найбільш перспективним напрямом є внутрішньотрубна діагностика, що передбачає використання спеціалізованих пристроїв («свиней» або скребків), які переміщуються всередині трубопроводу під тиском транспортованого продукту. Вони оснащені датчиками для вимірювання товщини стінки, виявлення тріщин, корозійних пошкоджень та геометричних відхилень. Такий підхід дає змогу отримувати точні дані про стан кожної ділянки та формувати обґрунтовані плани ремонтних робіт. У поєднанні із системами безперервного моніторингу, що працюють у режимі реального часу, це створює основу для переходу до прогнозованого обслуговування трубопровідних систем.

Боротьба з ускладненнями включає як профілактичні заходи, спрямовані на запобігання їх виникненню, так і оперативні методи усунення вже сформованих проблем. Для захисту від корозії застосовуються пасивні та активні методи. Пасивний захист передбачає нанесення на поверхню труб ізоляційних покриттів — епоксидних, поліуретанових, бітумних або цинкових. Вони створю-

ють бар'єр між металом та агресивним середовищем. Активний (електрохімічний) захист полягає у створенні катодної поляризації металу: до трубопроводу під'єднують негативний полюс джерела струму або жертовні протектори, що руйнуються замість основної конструкції. Для попередження або сповільнення корозії у внутрішній порожнині труб застосовують також інгібітори корозії — хімічні сполуки, які додають у транспортований продукт. У випадку газопроводів актуальним є проведення періодичних обстежень систем катодного захисту для перевірки їхньої працездатності.

Особливу проблему під час транспортування нафти становлять асфальто-смоло-парафінові відкладення, які накопичуються на внутрішніх стінках трубопроводів при зниженні температури перекачування. АСПВ складаються переважно з парафінових вуглеводнів, смол та асфальтенів. Вони зменшують внутрішній діаметр труби, збільшують гідравлічний опір, підвищують енерговитрати на перекачування і можуть призвести до повної блокади трубопроводу. Боротьба з цим явищем здійснюється механічними, тепловими та хімічними методами. Механічне очищення передбачає пропускання через трубопровід скребків або «свиней», оснащених щітками, ножами або поліуретановими елементами, які зрізають парафінові відкладення. Теплові методи базуються на підігріві нафти або пропарюванні трубопроводу, що знижує в'язкість парафінів та полегшує їх винесення потоком. Хімічні методи включають застосування депресорних присадок та інгібіторів парафіноутворення, які запобігають кристалізації парафінів або модифікують їх структуру. Перспективним є використання ультразвуку низької частоти для руйнування АСПВ без зупинки експлуатації трубопроводу.

У газопроводах серйозним ускладненням є гідратоутворення — утворення твердих кристалічних сполук (гідратів) з молекул газу та води при підвищеному тиску та низьких температурах. Гідратні пробки перекривають переріз труби, спричиняючи зниження або повне припинення подачі газу. Для боротьби з цим явищем застосовують осушення газу перед транспортуванням, введення інгібіторів гідратоутворення (метанолу, гліколів), підтримання температурного режиму вище точки утворення гідратів, а також періодичне продування газопроводів. У сучасній практиці для попередження гідратоутворення також використовують електромагнітні хвилі надвисокочастотного діапазону, які руйнують структуру гідратів і запобігають їх осадженню. Методи попередження та ліквідації гідратних пробок включають також зниження тиску (продування), обігрів гарячою рідиною та комбінований вплив.

Солевідкладення у трубопроводах виникають внаслідок випадання мінеральних солей (карбонатів, сульфатів, хлоридів) з пластової води при зміні термобаричних умов. Вони можуть утворювати міцні осади, які важко видаляються. Для боротьби з ними застосовують хімічні розчинники (переважно кислотні склади), механічне очищення, а також інгібітори солевідкладень, що запобігають кристалізації солей. Механічні домішки, що містяться у нафті та газі, також сприяють абразивному зносу внутрішньої поверхні труб, корозії та збільшенню гідравлічного опору. Очищення трубопроводів від них здійснюється переважно механічними методами за допомогою скребків та промиванням.

Гідравлічний опір у трубопроводах збільшується внаслідок відкладання парафіну (у нафтопроводах), скупчення води, конденсату або утворення гідратів (у газопроводах). Це призводить до зростання втрат напору та зниження ефективності транспортування. Зменшити гідравлічний опір можна шляхом регулярного очищення внутрішньої порожнини, оптимізації температурного режиму, застосування протитурбулентних присадок (ефект Томса) та забезпечення плавності поворотів трубопроводу. Гідравлічний удар, який виникає при різкій зміні швидкості потоку (наприклад, через раптове закриття засувки або аварійне вимкнення насоса), може спричинити руйнування трубопроводу та обладнання. Для його запобігання застосовують плавне регулювання засувок, встановлення демпферів, амортизаторів, гідроакумуляторів та запобіжних клапанів. У поліетиленових трубах піки тиску значно менші, ніж у жорстких сталевих, що пояснюється їхньою пластичністю.

Системний підхід до оцінки та боротьби з ускладненнями при експлуатації трубопровідного транспорту включає організацію регулярних діагностичних обстежень, впровадження ефективних методів очищення та захисту, а також створення планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій. Своєчасне виявлення дефектів дозволяє запобігти аваріям, подовжити життєвий цикл обладнання, зменшити витрати на ремонт та підвищити екологічну безпеку. Застосування сучасних технологій, таких як інтелектуальний піггінг, дистанційний моніторинг, системи автоматизованого управління та новітні методи неруйнівного контролю, створює передумови для значного підвищення надійності та безпеки трубопровідних систем. Лише інтеграція профілактичних, діагностичних та оперативних заходів у єдину систему управління технічним станом дозволяє забезпечити довготривалу, ефективну та безпечну експлуатацію магістральних нафто- та газопроводів.

Перелік посилань

1. Давиденко, О.М., Ігнатов, А.О. (2020). Дослідження впливу фільтрату промивальних рідин на процеси набрякання гірських порід. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць. – Вип. 23. – Київ: ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України. – С. 36 - 49.

2. Khomenko, V. L., Sarsenbayev, N. S., Kuttybayev, A. E., Kuttybayeva, A. E., & Ratov, B. T. (2024). Electric drive of coordinated rotation for mechanisms of flow-transport systems. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1415(1), 012115. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012115

3. Павличенко, А.В., Ігнатов, А.О., Аскеров, І.К. (2024). Техніко-технологічні особливості ударних машин для буріння свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (27), 88-99.

4. Ігнатов, А.О., Ратов, Б.Т., Ткаченко, Я.С., Шипунов, С.О., Ветошка, С.І. (2022). Розробка методичних та конструктивних основ буріння свердловин із застосуванням нових типів доліт. Збірник наукових праць НГУ, 69, 218-230. https://doi.org/10.33271/crpnmu/69.218

АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ УМОВ СХІДНО-ПОЛТАВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Олійник Павло Спартакович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: д.т.н., професор Судаков А.К.**

Східно-Полтавське газоконденсатне родовище є одним із важливих об'єктів газовидобувної галузі України. Його освоєння пов’язане з низкою складних геолого-технічних умов, які значно впливають на процес буріння свердловин, їх ефективність та безпечність. Особливості геологічної будови, наявність аномальних пластових тисків, складна літологія та фізико-хімічні властивості пластових флюїдів вимагають застосування сучасних технологій буріння.

Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності бурових робіт та мінімізації ризиків у складних геологічних умовах.

Метою роботи є аналіз геолого-технічних умов буріння свердловин на Східно-Полтавському родовищі та визначення основних факторів, що впливають на технологію буріння.

Східно-Полтавське газоконденсатне родовище розташоване в межах Дніпровсько-Донецької западини — одного з найбільш перспективних нафтогазоносних регіонів України.

Геологічний розріз представлений: теригенними відкладами девонського, кам’яновугільного та пермського віку; чергуванням пісковиків, алевролітів та глин; наявністю тріщинуватих та пористих колекторів.

Продуктивні горизонти характеризуються: значною глибиною залягання (до 4–6 км); високим пластовим тиском; наявністю газоконденсатних покладів.

Особливістю родовища є складна тектонічна будова, яка включає розломи, складки та блокову структуру. Це ускладнює прогнозування геологічного розрізу та підвищує ризики під час буріння.

Для родовища характерні: аномально високі пластові тиски; значні градієнти тиску; підвищені температури на великих глибинах. Це створює ризик виникнення газонафтоводопроявів і вимагає точного підбору густини бурового розчину.

Основні ускладнення включають: обвали стінок свердловини; прихвати бурильної колони; поглинання бурового розчину; газопрояви [1-10].

Особливо небезпечними є інтервали нестійких глинистих порід, які схильні до набухання та руйнування. Це призводить до звуження стовбура свердловини та ускладнює спуско-підіймальні операції.

Літологічна неоднорідність розрізу зумовлює: зміну механічних властивостей порід; різну швидкість буріння; складність стабілізації стінок свердловини. Наявність тріщинуватих колекторів спричиняє поглинання бурового розчину, що призводить до додаткових витрат і ускладнень.

Для буріння використовуються сучасні бурові установки, які забезпечу-

ють: роботу на великих глибинах; контроль параметрів буріння; безпечну експлуатацію в складних умовах. Застосування автоматизованих систем дозволяє підвищити точність управління процесом буріння.

Бурові розчини повинні забезпечувати: стабілізацію стінок свердловини; контроль пластового тиску; мінімізацію поглинань. Використовуються: інгібуючі розчини; полімерні системи; обважнені бурові розчини [11-14]. Правильний вибір складу розчину є критично важливим для запобігання ускладненням.

Конструкція свердловини передбачає: багатоколонне обсадження; використання проміжних колон; якісне цементування. Це дозволяє ізолювати проблемні горизонти та забезпечити стійкість свердловини.

До основних ризиків, які можуть виникати, належать: аварії при бурінні; викиди; пошкодження обладнання. Для їх мінімізації застосовуються: противикидне обладнання; системи моніторингу; контроль параметрів у реальному часі.

Розробка родовища повинна здійснюватися з урахуванням екологічних вимог: запобігання забрудненню ґрунтів і вод; утилізація бурових відходів; контроль викидів.

Для зниження ризиків застосовуються: оптимізація режимів буріння; використання сучасних технологій; геонавігаційні системи.

Основні напрями вдосконалення спорудження свердловин є: цифровізація бурових процесів; автоматизація управління; використання інтелектуальних систем; розробка нових бурових розчинів. Це дозволяє підвищити ефективність буріння та знизити витрати.

Висновки

Геолого-технічні умови буріння свердловин на Східно-Полтавському газоконденсатному родовищі є складними та багатофакторними. Основними проблемами є високі пластові тиски, нестійкі породи та літологічна неоднорідність.

Ефективне буріння можливе лише за умов: комплексного аналізу геологічних умов; використання сучасних технологій; правильного вибору бурових розчинів; дотримання вимог безпеки.

Таким чином, удосконалення технологій буріння є ключовим фактором успішного освоєння родовища.

Перелік посилань

1. Судаков А.К., Дмитренко В.І., Шликов М.О. Експлуатація та ремонт свердловин на рідкі і газоподібні корисні копалини : підручник. – Київ : «Нова Думка», 2026. – 276 с.

2. Судаков А. К., Дзюбик А. Р., Кузін Ю. Л., Назар І. Б., Судакова Д. А. Ізоляція поглинаючих горизонтів бурових свердловин термопластичними матеріалами. Монография. – Дрогобич.: «Просвіт», 2019. 182 с.

3. Фем’як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використанням кавітаційних процесів у бурінні свердловин: Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021.

4. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник / А.К. Судаков, Я.М. Фем’як, І.І. Чудик, О.М. Федик, В.І. Щуцький – Дрогобич: Посвіт, 2022.

344 с.

5. Kozhevnikov A.A., Sudakov A.K., Dreus A.J., Lysenko, K. Ye. (2014) Study of heat transfer in cryogenic gravel filter during its transportation along a drillhole. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. v.6. 49–54. EID: 2-s2.0-84917692657

6. Kozhevnikov A.A., Ratov B.T., Sudakov A.K., Mostinets O.N. (2015) Experience of equipment of hydrogeological well of cryogenic-gravel filter. Mining of mineral deposits 9 (4), 493-499. https://doi.org/10.15407/mining09.04.493.

7. Kozhevnikov A., Sudakov A., Dreus A. (2015). Scientific bases of innovation technology of drill-hole equipment by cryogenic-gravel filters. Science and innovation. 11(3). 23-38. https://doi.org/10.15407/scin11.03.023

8. Ratov B.T., Sudakov A.K., Fedorov B.V., Ruslyakova-Kupriyanova I.A., Sundetova P.S. (2024). Improvement of the methodology for calculating the expected drilling speed with PDC chisels. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 1, 26-31. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/026

9. Chudyk, I., Sudakova, D., Pavlychenko, A., & Sudakov, A. (2024). Bench studies of the process of transporting an inverse gravel filter of block type along the well. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing. https://doi.org10.1088/1755-1315/1348/1/012009

10. Chudyk I., Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Borash A. (2024). A new method of well completing with employment of the implosion effect. V International Conference "ESSAYS OF MINING SCIENCE AND PRACTICE IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012056. IOP Publishing https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012056

11. Sudakov A., Pavlychenko A., Hapich H., Isakova M, Shumov A (2025). Water supply from groundwater: new solutions for a battered-and-bruised Ukraine. Water Supply ws2025026. https://doi.org/10.2166/ws.2025.026

12. Ratov, B.T., Fedorov, B.V., Syzdykov, A.Kh., Zakenov, S.T., Sudakov A.K. (2021). The main directions of modernization of rock-destroying tools for drilling solid mineral resources. 21st International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2021. Section Exploration & Mining. 503-514. https://doi.org/10.5593/sgem2021/l.l/s03.062

13. Biletskiy M., Ratov B., Sudakov A., Sudakova D., Borash B. (2023). Modeling of drilling water supply wellswith airlift reverse flush agent circulation. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. № 1. 53-60. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053

14. Судаков А.К., Загриценко А.М., Мостинець О.Н., Подвігіна О.О., Шумов А.С. Гідрогеологічне та технологічне обґрунтування альтернативного водопостачання півдня України: монографія. – Київ : «Нова Думка», 2026. - 284 с. https://doi.org/10.64696/9786178816414

ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА НАКЛОННО-НАПРАВЛЕНИХ СВЕРДЛОВИН ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОЦІНОЧНИХ РОБІТ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Осіпов Сергій Вікторович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., зав. кафедри Коровяка Є.А.**

Будівництво похило-скерованих свердловин при проведенні оціночних робіт є ключовою технологічною ланкою між етапами геологічного пошуку та промислової розробки, що дозволяє не лише підтвердити промислову цінність відкритого покладу, але й суттєво скоротити витрати на облаштування інфраструктури. Оціночні свердловини, на відміну від пошукових, які буряться на маловивчених структурах, призначені для уточнення режиму роботи пласта, ступеня його вироблення та остаточного підрахунку запасів вуглеводнів. В умовах, коли поверхневі обмеження (водойми, заболочені території, заповідні зони або густонаселені райони) унеможливлюють спорудження вертикальних стволів, або коли необхідно перевірити кілька перспективних точок з одного технологічного майданчика, похило-скероване буріння стає єдиним рентабельним рішенням. Саме на цьому етапі закладається основа для майбутнього кущового розбурювання родовища, оскільки результати оціночних робіт безпосередньо визначають схему розміщення експлуатаційних свердловин. Світовий досвід показує, що перехід від традиційного вертикального будівництва до спорудження двох-трьох сусідніх свердловин з однієї площадки з нахиленим профілем дозволяє значно скоротити капітальні витрати та прискорити отримання геологічної інформації про простягання продуктивного пласта.

Особливості проєктування профілю оціночної свердловини визначаються необхідністю досягнення декількох цільових точок на різних глибинах при збереженні високої точності попадання в заданий інтервал. Якщо для експлуатаційних свердловин на розбурених площах часто обирають прості J-подібні або тангенціальні профілі з мінімальною кількістю перегинів, то для оціночних робіт, де геологічна будова може бути вивчена недостатньо, більш доцільним є застосування S-подібних або глибоких профілів з точкою відхилення на значній глибині. S-подібний профіль, який містить ділянку вертикального буріння, інтервал набору кривини, пряму ділянку та ділянку спаду зенітного кута до вертикалі, дозволяє забезпечити вертикальний вхід у цільовий пласт, що критично важливо для проведення якісних геофізичних досліджень та відбору керна. Глибокі профілі з пізнім початком викривлення (Deep Kick-off and Build), які часто застосовуються саме для оціночних свердловин, дозволяють мінімізувати довжину похилого стовбура у верхніх, геологічно нестабільних інтервалах, знижуючи ризики обвалів та прихоплень бурильної колони.

Ключовим технологічним викликом при будівництві похило-скерованих оціночних свердловин є забезпечення високої точності попадання в цільовий інтервал в умовах значної геологічної невизначеності. Якщо на розбурених родовищах траєкторію свердловини можна спланувати на основі даних сусідніх стволів, то при оціночному бурінні фактичне положення та простягання пласта

часто уточнюється в реальному часі. Саме тому сучасне оціночне буріння неможливе без застосування телесистем MWD (вимірювання під час буріння) та LWD (каротаж під час буріння), які передають на поверхню дані про просторове положення стовбура, природну радіоактивність порід, опір та інші параметри. На практиці, після спорудження першої оціночної свердловини та отримання даних про лінію водонафтового контакту, часто виникає необхідність коригувати проектну точку входу в пласт для другої свердловини з того ж куща. Така гнучка адаптація траєкторії дозволяє достовірно окреслити контур покладу та підтвердити обсяги запасів без буріння додаткових окремих площадок.

Особливу увагу при будівництві оціночних похило-скерованих свердловин слід приділяти питанням міцності та довговічності обладнання. Викривлені ділянки стовбура створюють підвищені згинальні моменти на обсадні колони та бурильну колону, що вимагає ретельного вибору міцнісних характеристик труб та уточнення вимог до їх з'єднань. Розробка нових композицій промивальних рідин з високими змащувальними властивостями та екологічною безпекою дозволяє зменшити сили тертя при обертанні та протягуванні колони в похилому каналі. На основі досвіду будівництва пілотних оціночних свердловин нерідко переглядають конструкцію стовбура для наступних об'єктів. Зокрема, для свердловин з невеликим зміщенням (до 1250 м) часто відмовляються від проміжних колон, виконуючи буріння в одну колону, що дозволяє здешевити та прискорити процес оцінки запасів, якщо в геологічному розрізі відсутні несумісні зони буріння з аномально високим пластовим тиском. Після завершення буріння та кріплення оціночна свердловина підлягає комплексу глибинних геофізичних та гідродинамічних досліджень, результати яких стають основою для прийняття інвестиційного рішення про подальший розвиток родовища. Якщо вертикальні свердловини часто обмежуються стандартним каротажем, то похилі оціночні стволи надають унікальну можливість провести дослідження в різних кутах відносно напластування породи, що дозволяє більш точно оцінити анізотропію фільтраційно-ємнісних властивостей колектора. Отримані дані про газовий фактор, пластовий тиск та гідропровідність дозволяють спрогнозувати майбутні дебіти та обґрунтувати оптимальну систему підтримання пластового тиску. У випадку, коли оціночне буріння підтверджує промислову цінність покладу, свердловина, як правило, не ліквідується, а переводиться в розряд експлуатаційних, що дозволяє додатково знизити витрати на облаштування родовища. Таким чином, будівництво похило-скерованих свердловин на етапі оціночних робіт є високотехнологічним та інформативним інструментом, який дозволяє значно підвищити якість геологічного моделювання при мінімізації екологічного та фінансового навантаження. Ускладнення профілю, викликане необхідністю досягнення кількох цільових точок з однієї площадки, вимагає від інженерів-проектувальників глибокого розуміння геомеханіки, використання сучасних телеметричних систем та застосування спеціальних компоновок низу бурильної колони. Адаптивне коригування траєкторії в реальному часі, оптимізація конструкції стовбура та контроль якості кріплення є критичними факторами успіху. Подальший розвиток технологій автоматизованого проектування (САПР) профілів та впровадження екологічно безпечних промивальних рідин дозволять ще

більше підвищити ефективність оціночного буріння. Як показує практика провідних нафтогазових компаній, саме якісна реалізація цього етапу створює надійний фундамент для довготривалої та рентабельної експлуатації родовища.

Перелік посилань

1. Hennadii Hapich, Alina Zahrytsenko, Andrii Sudakov, Artem Pavlychenko, Sergiy Yurchenko, Diana Sudakova & Iryna Chushkina (2024) Prospects of alternative water supply for the population of Ukraine during wartime and post-war reconstruction, International Journal of Environmental Studies. https://doi.org/10.1080/00207233.2023.2296781

2. Lubenets, T.M., Koroviaka, Ye.A., Snigur, V.H., Tkachuk, A.V., Rastsvietaiev, V.O. (2023). Theoretical Model of Random Freight Flow Distribution in the Conveyor Transport Line of the Coal Mine. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (6), 12-18. https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/012

3. Хоменко, В.Л., Пащенко, О.А., Калюжна, Т.М., Слаута, А.А. (2022). Бурові долота, армовані pdc різцями, що обертаються в процесі буріння. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (25), 74-82.

4. Kozhevnykov A., Khomenko V., Liu B. C., Kamyshatskyi O., Pashchenko O. The History of Gas Hydrates Studies: From Laboratory Curiosity to a New Fuel Alternative //Key Engineering Materials. – Trans Tech Publications Ltd, 2020. – Т. 844. – P. 49-64.https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.844.49

5. Bayamirova, R., Sudakov, A., Togasheva, A., & Sarbopeyeva, M. (2024). Application of flow-diversion technologies to increase oil recovery at the Uzen field. In E3S Web of Conferences (Vol. 567, p. 01003). EDP Sciences.

6. Павличенко, А.В., Ігнатов, А.О., Аскеров, І.К. (2022). Шляхи інтенсифікації вибійних породоруйнівних процесів при спорудженні свердловин. Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія: «гірничо-геологічна» : Всеукраїнський науковий збірник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 1(27)-2(28), 87-95. https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-87-95

7. Павличенко, А.В., Ігнатов, А.О., Коровяка, Є.А., Аскеров, І.К. (2023). Основні техніко-технологічні та екологічні аспекти спорудження експлуатаційних свердловин. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (26), 68-79.

8. Слива, М. С., Расцвєтаєв, В. О., & Калюжна, Т. М. (2021). Загальні питання моделювання, як необхідної складової для дослідження процесів видобутку нафти та газу.

9. Коровяка, Є. А., Ігнатов, А. О., Судаков, А. О., & Хоменко, В. Л. (2023). 2 Програма та методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології.

ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ІЗ РОЗТАШУВАННЯМ КОЛЕКТОРІВ У КАРБОНОВИХ ВІДКЛАДАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Пересада Дмитро Сергійович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

Прийнята до розробки тема охоплює комплекс науково-обґрунтованих підходів до планування та реалізації пошуково-розвідувального буріння у складних геологічних умовах, характерних для відкладів кам'яновугільного віку. Такі відклади, як правило, відзначаються значною стратиграфічною різноманітністю, чергуванням теригенних і карбонатних товщ, наявністю вугленосних горизонтів, а також суттєвим впливом тектонічних процесів, що ускладнює прогнозування геологічної будови та локалізації перспективних об'єктів. Актуальність розробки подібних проєктів зумовлена необхідністю підвищення ефективності пошукових робіт в умовах зростаючих витрат на буріння та обмеженості ресурсної бази [1]. Виявлення нових покладів вуглеводнів у карбонових відкладах часто пов'язане з високим рівнем геологічної невизначеності, що потребує застосування сучасних методів інтерпретації геолого-геофізичних даних, побудови структурно-літологічних моделей та оцінки ризиків.

Ключовим етапом є обґрунтування розміщення пошукових свердловин, яке базується на комплексному аналізі матеріалів сейсморозвідки, структурних побудов, результатів буріння сусідніх площ, а також геохімічних і геофізичних досліджень. Особлива увага приділяється виявленню пасток різного типу – антиклінальних, літологічних, стратиграфічних або комбінованих, які можуть бути пов'язані з нерівномірністю осадонакопичення або тектонічними порушеннями.

Не менш важливим є вибір правильної конструкції свердловини з урахуванням очікуваних гірничо-геологічних умов [2]. Карбонові відклади часто характеризуються чергуванням міцних і слабких порід, наявністю зон тріщинуватості, а також інтервалів із підвищеним ризиком поглинань або проявів пластових флюїдів. Це вимагає детального обґрунтування параметрів обсадних колон, вибору типу бурового розчину, режимів буріння та заходів із попередження ускладнень.

В процесі проєктування також враховуються вимоги до якості розкриття перспективних горизонтів і проведення комплексу геофізичних досліджень у свердловинах. Отримана інформація є основою для оцінки фільтраційно-ємнісних властивостей порід, характеру насичення та підтвердження наявності промислових покладів вуглеводнів. При цьому особливого значення набуває точність інтерпретації даних, оскільки навіть незначні похибки можуть суттєво вплинути на висновки щодо перспективності об'єкта. Додатково важливим аспектом є врахування технологічних і економічних чинників, зокрема вибір необхідної глибини буріння, тривалості робіт, матеріально-технічного забезпечення та рівня автоматизації процесів. У сучасних умовах доцільним є застосування цифрових технологій, систем геонавігації та моделювання, що дозволяє

підвищити точність проходження цільових інтервалів і знизити рівень невизначеності. Розробка проєкту влаштування пошукових свердловин у карбонових відкладах є складним багатофакторним завданням, яке поєднує геологічний аналіз, інженерні розрахунки та технологічні рішення; її реалізація спрямована на мінімізацію геологічних і технічних ризиків.

Перелік посилань

1. Ihnatov, A. O., Aziukovskyi, O. O., Stavychnyi, Y. M., Rybachuk, S. A., Askerov, I. K., & Sala, D. (2025). Development of promising technological solutions in the construction wells. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (3), 65–74.

2. Vaddadi, N. (2015). *Introduction to oil well drilling*. Bathos publishing.

ПРОВІДНІ ЗАВДАННЯ ПРОЦЕСІВ БУРІННЯ І ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Погорільченко Георгій Костянтинович, група 185-23ск-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Ігнатов А. О.**

Сучасний етап розвитку нафтогазовидобувної галузі характеризується переходом до більш складних об'єктів розробки, де традиційні підходи вже не забезпечують необхідного рівня ефективності. В цих умовах особливого значення набуває чітке визначення пріоритетних напрямів діяльності, які формують основу технологічних процесів буріння та видобування. Зосередження уваги на провідних завданнях дозволяє не лише впорядкувати інженерні рішення, а й підвищити їх узгодженість між різними етапами освоєння покладів, що створює передумови для більш раціонального використання технічних ресурсів, зменшення виробничих втрат і підвищення загальної результативності робіт. У такому контексті аналіз ключових завдань виступає необхідною умовою вдосконалення технологій і підвищення керованості процесів, що в кінцевому підсумку сприяє досягненню стабільних показників видобутку вуглеводнів.

Прийнята до розробки тема являє собою сукупність принципових підходів і факторів, які формують зміст інженерних рішень на етапі планування робіт із освоєння вуглеводневих покладів [1]. Проєктування в даному випадку виступає як комплексний процес, що поєднує геологічний аналіз, технічні розрахунки та технологічне обґрунтування параметрів буріння і подальшої експлуатації свердловин.

Визначальною особливістю тут є інтеграція геологічної інформації у процес прийняття технічних рішень. Дані про будову покладу, фізико-механічні властивості порід, пластові тиски і температури безпосередньо впливають на вибір конструкції свердловини, режимів буріння та способів розкриття продуктивних горизонтів [2]. Від точності цієї інформації залежить ефективність усього проєкту. Важливою рисою є також необхідність забезпечення надійності та безпеки бурових робіт. Це передбачає обґрунтування параметрів обсадних колон, технологій цементування, вибір бурових розчинів і контроль гідродинамічних умов у свердловині. Проєктні рішення повинні враховувати можливі ускладнення та передбачати заходи з їх попередження.

Суттєвою ознакою є також орієнтація на збереження та ефективне використання фільтраційно-ємнісних властивостей продуктивного пласта, що досягається шляхом вибору оптимальних методів розкриття, мінімізації пошкодження привибійної зони та застосування технологій інтенсифікації припливу. У цьому контексті важливим є узгодження параметрів буріння з вимогами подальшої експлуатації свердловин.

Проєктування також характеризується необхідністю врахування економічних і екологічних аспектів. Раціональне використання матеріальних ресурсів і зниження впливу на довкілля є невід'ємними складовими сучасних інженерних рішень, що вимагає застосування системного підходу до оцінки ефективності

проєкту. Крім того, визначальною рисою є використання сучасних методів моделювання та цифрових технологій, які дозволяють прогнозувати поведінку системи «пласт - свердловина» та підвищувати точність прийняття рішень, що сприяє зниженню невизначеності та підвищенню керованості процесів буріння і видобування.

Перелік посилань

1. Основи нафтогазової інженерії / Білецький В.С., Орловський В.М., Вітрик В.Г.; НТУ «ХПІ». – Полтава: ТОВ “АСМІ”, 2018. – 415 с.

2. Ihnatov, A. O., Aziukovskyi, O. O., Stavychnyi, Y. M., Rybachuk, S. A., Askerov, I. K., & Sala, D. (2025). Development of promising technological solutions in the construction wells. *Naukovyi visnyk natsionalnoho hirnychoho universytetu*, (3), 65–74.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНИХ СВЕРДЛОВИН У СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Попов Андрій Андрійович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Расцвєтаєв В.О.**

Спорудження підводного переходу магістрального трубопроводу є одним із найскладніших і найвідповідальніших завдань у сучасному трубопровідному будівництві. Необхідність перетину водних перешкод, таких як річки, озера, водосховища та канали, ставить перед інженерами комплекс завдань, пов’язаних з інженерно-геологічними умовами, гідрологією, русловими процесами, забезпеченням стійкості та довговічності підводної частини. Як зазначається в наукових дослідженнях, підводні переходи є критичними елементами інфраструктури, оскільки саме на них припадає до 70-80% усіх відмов у системах трубопровідного транспорту. Це зумовлено поєднанням гідродинамічних впливів, корозійних процесів, руслових деформацій, механічних пошкоджень від судноплавства та льодоходу, а також вібраційних навантажень, які призводять до розмивів, провисань і розривів труб. У зв’язку з цим, вибір раціонального методу спорудження, якісне проєктування та бездоганне виконання будівельно-монтажних робіт є визначальними факторами надійності та безпеки всього трубопроводу.

Процес спорудження підводного переходу розпочинається з ретельних інженерно-вишукувальних робіт, які включають гідрографічні, геологічні та гідрологічні дослідження. Визначаються характер донних відкладень, глибини, швидкості течії, льодовий режим, а також інтенсивність руслових процесів, які можуть призвести до розмиву дна або зміщення русла. На основі цих даних, з урахуванням техніко-економічних обмежень, обирається метод будівництва. Сучасна практика знає три основні способи спорудження підводних переходів: траншейний, метод нахилено-направленого буріння (ННБ) та мікротунелювання. Кожен із них має свої переваги та недоліки, а вибір визначається конкретними умовами.

Траншейний метод є найбільш традиційним і широко застосовуваним. Він передбачає риття підводної траншеї за допомогою земснарядів, багаточерпакових або гідравлічних екскаваторів, розміщених на понтонах або спеціалізованих суднах. Траншея повинна забезпечити заглиблення трубопроводу в дно на глибину, яка виключає його пошкодження від якорів, гребних гвинтів, льодоходу та впливу руслових деформацій. Після укладання труби (яка часто для забезпечення негативної плавучості обладнується бетонним обваженням або чавунними вантажами), виконується її засипка з одночасним або наступним укріпленням дна кам'яною накидкою, матрацами Рено або габіонами для захисту від розмиву. Незважаючи на відносну простоту, траншейний метод має низку недоліків: він є доволі дорогим, трудомістким, потребує значних обсягів днопоглиблювальних робіт і залежить від погодних умов та судноплавства.

Крім того, критичним є врахування взаємного впливу руслових процесів і підводного переходу, адже інтенсивні розмиви дна можуть призвести до провисання труби та її пошкодження.

Значно прогресивнішою та екологічнішою є технологія нахилено-направленого буріння (ННБ), яка належить до безтраншейних методів. Цей метод полягає у бурінні пілотної свердловини по дугоподібній траєкторії, яка проходить під дном водної перешкоди на значній глибині, зазвичай у корінних породах або стійких водонасичених ґрунтах. Після завершення буріння свердловину послідовно розширюють до діаметра, достатнього для протягування трубопроводу. Зварена на березі трубна плеть (або кілька плетей) оснащується ізоляційним покриттям, що має високу стійкість до стирання, та протягується крізь розширену свердловину. Після цього свердловину заповнюють цементно-бентонітовим розчином для запобігання осіданню ґрунту та захисту труби. Метод ННБ має незаперечні переваги: він не порушує русла річок, не створює перешкод для судноплавства, забезпечує велику глибину залягання труби, яка практично виключає її пошкодження від зовнішніх впливів, і дозволяє виконувати роботи цілий рік. Крім того, час будівництва таким методом значно менший, а витрати в ряді випадків співставні з траншейним.

Метод мікротунелювання є найбільш технологічно складним і застосовується у виняткових випадках, наприклад, при перетині водних перешкод у міських умовах, під діючими об'єктами, або в надзвичайно складних геологічних умовах (сильно обводнені пливучі ґрунти, скельні породи). Він передбачає будівництво захисного тунелю (футляра) невеликого діаметра, в який потім укладається трубопровід. Проходка виконується за допомогою спеціалізованого мікрощитового комплексу, який дозволяє розробляти ґрунт і одночасно облицьовувати тунель залізобетонними або сталевими сегментами. Цей метод забезпечує максимальну безпеку, високу точність та надійність, зокрема при сейсмічній активності до 7 балів, проте його вартість є найвищою.

Після укладання трубопроводу, незалежно від методу, виконується комплекс робіт з його захисту від корозії. Як і для підземних трубопроводів, основними є два види захисту: пасивний (ізоляційне покриття) та активний (електрохімічний). Ізоляційне покриття для підводних переходів має бути особливо міцним, суцільним і водонепроникним, часто зовнішній шар виготовляється зі сплавів, стійких до механічних пошкоджень. Активний захист забезпечується за допомогою станцій катодного захисту, які створюють на поверхні труби негативний потенціал, або протекторів – гальванічних анодів, які приєднуються безпосередньо до труби. Ефективність цих систем повинна контролюватися протягом всього терміну експлуатації.

Особливу увагу при спорудженні підводних переходів приділяють зварювальним роботам, які виконуються в умовах, наближених до заводських, на березі для збірки довгомірних плетей. Якість зварних з'єднань контролюється неруйнівними методами – радіографічним, ультразвуковим або магнітопорошковим. З'єднання окремих плетей під час протягування (наприклад, при ННБ) або укладання (при траншейному методі) вимагає високої кваліфікації зварників та використання спеціального обладнання.

Після завершення будівництва виконується гідравлічне випробування переходу на міцність та герметичність тиском, що перевищує робочий. Увесь комплекс будівельно-монтажних робіт супроводжується авторським та технічним наглядом, а результати випробувань оформлюються відповідними актами. Слід зазначити, що в Україні діє ряд нормативних документів, які регулюють питання будівництва та експлуатації підводних переходів, зокрема ВСН 010-88, ДСТУ 4611:2006 та ДСТУ 9003:2020.

Таким чином, спорудження підводного переходу магістрального трубопроводу є складним багатоетапним процесом, успіх якого залежить від глибокого аналізу природних умов, обґрунтованого вибору технології, бездоганної якості будівельних робіт та надійної системи захисту. Враховуючи високу відповідальність цих об'єктів та значну вартість ремонту, доцільність інвестування в передові технології спорудження (насамперед, метод ННБ) є очевидною, оскільки вона забезпечує довговічність, безпеку та екологічність на довгі десятиліття експлуатації.

Перелік посилань

1. Koroviaka, Y. A., Mekshun, M. R., Ihnatov, A. O., Ratov, B. T., Tkachenko, Y. S., & Stavychnyi, Y. M. (2023). Determining Technological Properties of Drilling Muds. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (2), 25-32.https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/025

2. Korkhina, I., Petrenko, V., Khomenko, V., & Kulyk, V. (2021). Formation of an optimal portfolio of venture projects. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (4), 128-132. doi: 10.33271/nvngu/2021-4/128

3. Biletsky, M.T., Ratov, B.T., Khomenko, V.L., Korovyaka, E.A., Borash, B.R. (2022). Improvement of technology for drilling large diameter wells with reverse circulation. . Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія: «гірничо-геологічна» : Всеукраїнський науковий збірник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 1(27)-2(28), 18-25.https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-18-25

4. Акользін, І.В., Самойленко, О.М., Коровяка, Є.А., & Адаменко, О.В. (2024). Середньозважена емпірична модель визначення місткості резервуарів вертикальних сталевих під час їх калібрування електронно-оптичним віддалемірним методом. Збірник наукових праць НГУ, 78, 225–235. https://doi.org/10.33271/crpnmu/78.225

5. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т “Дніпровська політехніка”. – Дніпро : НТУ “ДП”, 2020. – 293 с.

6. Pashchenko, O. A., Khomenko, V. L., Ratov, B. T., Koroviaka, Y. A., & Rastsvietaiev, V. O. (2024, December). Comprehensive approach to calculating operational parameters in hydraulic fracturing. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1415, No. 1, p. 012080). IOP Publishing.

EFFECTIVENESS OF INTEGRATED METHODS OF COMBATING ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS DURING OIL PRODUCTION

Dnipro University of Technology

Denys Porokhnia, Student 185-22-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science,**
Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev

Asphaltene–resin–paraffin deposits (ARPD) constitute one of the principal technical factors complicating the operation of oil production facilities [1, 2]. They are formed as a result of the precipitation of paraffinic and resinous compounds from crude oil due to changes in pressure and temperature during production or transportation [3, 4].

The accumulation of ARPD in pipelines, pumps, and equipment leads to a number of adverse effects, including reduced pipeline throughput; increased hydraulic resistance; higher energy consumption for pumping; and an elevated risk of equipment failure and аварійні situations [5].

The main processes involved in ARPD formation include: paraffin crystallization–when the oil temperature drops below the wax appearance temperature, crystals form and deposit on pipe walls; adsorption of resinous components–resins settle onto existing paraffin layers, increasing their thickness and density; and interaction between paraffins and resins–resulting in the formation of stable deposits that are difficult to remove by mechanical or chemical means.

The factors influencing the rate and intensity of ARPD formation include oil and ambient temperature; crude oil composition (content of paraffins, asphaltenes, and resins); flow velocity; pressure and turbulence within the pipeline; and design characteristics of the equipment.

The accumulation of ARPD leads to significant economic and technical consequences, such as decreased well productivity; increased costs for maintenance and cleaning of equipment; higher probability of failures and downtime; and deterioration of oil quality due to potential mixing with chemical reagents. Therefore, effective mitigation of ARPD is critically important for the stable operation of oil production facilities.

Modern methods for combating ARPD can be classified into three main groups: mechanical methods (pumping of abrasive mixtures; mechanical cleaning of pipelines using brushes and scrapers; application of specialized robotic devices for deposit removal); thermal methods (heating pipelines with hot water or steam; use of electric heating to increase oil temperature and dissolve paraffin); chemical methods (application of pour-point depressants and solubilizing agents; use of solvents for resins and asphaltenes; injection of complex chemical formulations to prevent ARPD precipitation).

The combined application of these methods enables maximum efficiency in deposit control.

Despite the availability of numerous methods, their effectiveness is often limited due to insufficient adaptation to specific crude oil compositions; uneven

distribution of temperature and chemical reagents; limited mechanical access to equipment; and high costs of energy and chemicals. Therefore, the study of integrated approaches that combine mechanical, thermal, and chemical methods–with assessment and optimization of their effectiveness–remains highly relevant.

Asphaltene–resin–paraffin deposits represent a serious challenge for the oil and gas industry, reducing both productivity and operational safety. Their formation depends on crude oil composition, temperature, pressure, flow velocity, and pipeline design characteristics.

Although mechanical, thermal, and chemical methods for deposit control exist, their effectiveness is often constrained. A comprehensive approach to ARPD mitigation significantly improves the efficiency of oil production operations and reduces the risk of failures.

References

1. Matiev K., Alsafarova M., Valiyev F., Ganbarova J. Asphalt-Resin-Paraffin Deposits in the Processes of Oil Extraction, Transportation and Storage. 2024.

2. Tertyshna O., Royenko K., Martynenko V., Smesova V., Gyrenko A., Topilnytskyy P. The Utilization of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits as a Component of Raw Material for Visbreaking. Chemistry & Chemical Technology. 2016. Vol. 10, No. 3, pp. 361–366.

3. Lira-Galeana C., Hammami A. Wax Precipitation from Petroleum Fluids: A Review // Developments in Petroleum Science. Vol. 40. 2000. Pp. 557–608. https://doi.org/10.1016/S0376-7361(09)70292-4

4. Abbasi Moud A. Asphaltene Induced Changes in Rheological Properties: A Review. Fuel. 2022. Vol. 316, p. 123372. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123372

5. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ручка Ірина Олегівна, група 185-23зск-1
***Науковий керівник:* к.п.н., доцент Калюжна Т.М.**

Капітальний ремонт магістрального нафтопроводу є одним з найскладніших і найвідповідальніших завдань у системі трубопровідного транспорту, оскільки саме від якості та своєчасності його виконання залежить надійність, безпека та довговічність усієї нафтотранспортної інфраструктури. За даними аналізу, більшість експлуатованих в Україні магістральних нафтопроводів були споруджені ще в минулому столітті, і значна їх частина вже вичерпала свій нормативний ресурс, що супроводжується накопиченням численних дефектів корозійного, втомного та механічного характеру. Під терміном «капітальний ремонт» розуміють комплекс робіт, спрямований на відновлення проєктних параметрів з використанням залишкового ресурсу, який може проводитися як із зупинкою перекачування нафти, так і без її зупинки, залежно від характеру та небезпеки робіт. Організація капітального ремонту лінійної частини магістральних нафтопроводів базується на чіткій системі планування, ретельній підготовці, використанні сучасних технологій діагностики та ремонту, а також суворому дотриманні вимог промислової, пожежної та екологічної безпеки.

Основним документом, що регулює проведення капітального ремонту в Україні, є ДСТУ 8753:2017 «Магістральні нафтопроводи. Лінійна частина. Ремонт ділянок нафтопроводів діаметром до 1220 мм. Основні положення», який встановлює класифікацію дефектів та ремонтних робіт, основні вимоги до виконання та порядку ремонтних робіт, організаційні заходи, а також кваліфікаційні вимоги до персоналу та техніки. Крім того, капітальний ремонт виконується з урахуванням вимог відомчих будівельних норм, зокрема ВБН В.3.1-00013741-11:2009, які встановлюють вимоги до технології виконання робіт на перетинах з перешкодами та на ділянках зі складним рельєфом місцевості, а також Правил безпеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів, що регламентують виконання робіт з експлуатації, ремонту та реконструкції основних об'єктів і споруд.

Процес капітального ремонту розпочинається з планування, яке базується на системі планово-попереджувальних ремонтів (ППР). Система ППР є сукупністю організаційно-технічних заходів з догляду, поточного і капітального ремонту, що дозволяє забезпечити безперебійну роботу обладнання та споруд. Графік планово-попереджувальних ремонтів складається інженером служби ЛЕС, підписується начальником служби підрозділу і затверджується головним інженером підприємства. На основі цього графіка, а також результатів діагностики технічного стану, формується адресна програма ремонтних робіт, яка визначає обсяги, черговість та терміни виконання робіт на конкретних ділянках. При цьому, згідно з вимогами нормативних документів, капітальний ремонт лінійних споруд проводять без зупинки та із зупинкою перекачування.

Невід'ємною частиною підготовки до капітального ремонту є комплексна діагностика технічного стану трубопроводу, яка забезпечує доступ до внутрішньої і зовнішньої поверхні труби та надає можливість оцінити реальний стан конструкції. Найбільш ефективним методом діагностики є внутрішньотрубна дефектоскопія з використанням спеціалізованих пристроїв («інтелектуальних свиней»), оснащених магнітними або ультразвуковими датчиками. Сучасні магнітні дефектоскопи із застосуванням тривісних датчиків останнього покоління забезпечують визначення дефекту з ймовірністю до 95%, правильне визначення типу дефекту, а також достовірну інформацію про його місцезнаходження, розміри та залишкову товщину стінки. Результати внутрішньотрубної діагностики є основою для класифікації дефектів за типами та розмірами, визначення залишкової міцності труби та формування програми ремонтних робіт. Крім внутрішньотрубної діагностики, застосовуються також методи зовнішнього неруйнівного контролю, включаючи ультразвукову товщинометрію, магнітопорошковий та капілярний контроль, а також оцінку ефективності систем катодного захисту.

Сучасна організація капітального ремонту базується на широкому застосуванні бестраншейних технологій, які дозволяють проводити реновацію протяжних ділянок та локальний ремонт з мінімальними земляними роботами. За останні десятиліття у багатьох розвинених країнах здійснено перехід від траншейних технологій ремонту трубопроводів до безтраншейних, що дозволяє значно скоротити витрати часу та коштів на руйнування та відновлення дорожнього полотна, а також мінімізувати вплив на навколишнє середовище. Основними бестраншейними методами капітального ремонту є метод протягування нової полімерної труби всередині існуючого сталевого трубопроводу (close-fit lining), метод спіральної навивки (spiral winding), а також метод локального ремонту із застосуванням композитних бандажів та муфт. Вибір конкретного методу залежить від типу та розміру дефекту, діаметра труби, робочого тиску, ґрунтових умов та наявності під'їзних шляхів.

Організаційно-технічна підготовка капітального ремонту включає комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпечного та ефективного виконання всіх операцій. Цей етап охоплює вивчення проектної та експлуатаційної документації, уточнення траси трубопроводу, визначення місць розташування дефектів, розробку проекту виконання робіт (ПВР), а також підготовку матеріально-технічної бази, включаючи доставку труб, ізоляційних матеріалів, запірно-регулюючої арматури та ремонтних конструкцій. На цьому етапі також здійснюється підготовка будівельного майданчика: розчищення та планування траси, влаштування під'їзних шляхів, майданчиків для зварювальних та ізоляційних робіт, а також організація тимчасового електропостачання та зв'язку. Для виконання земляних робіт (розкриття траншеї) застосовується спеціалізована техніка — екскаватори, бульдозери, траншеєкопачі, причому на заболоченій місцевості, у гірських умовах та на перетинах з перешкодами вимоги до підготовчих робіт посилюються та мають свої особливості.

Безпосередньо ремонтні роботи включають декілька основних етапів: розкриття траншеї, підготовку поверхні труби (очищення від старого ізоляційного покриття та продуктів корозії), усунення дефектів (шляхом наплавлення, вста-

новлення муфт або заміни ділянки труби), нанесення нового ізоляційного покриття, засипку траншеї з пошаровим ущільненням ґрунту та відновлення родючого шару. При усуненні дефектів методом наплавлення використовуються спеціальні порошкові електроди, які забезпечують формування структури марганцевого аустеніту з дисперсними включеннями дибориду титану, що підвищує міцність наплавленого шару. Для локальних корозійних пошкоджень все частіше застосовуються ремонтні муфти різних типів: бандажі розрізні, герметичні муфти з розрізними кільцями та двошарові герметичні муфти. Такі муфти встановлюються безпосередньо на пошкоджену ділянку, забезпечують повну ізоляцію дефекту та здатні витримувати високий робочий тиск, що робить їх придатними для використання на магістральних нафтопроводах без зупинки перекачування продукту. Важливим аспектом є також можливість виконання ремонтних робіт під тиском, що дозволяє проводити врізання в діючий нафтопровід, підключення нових ділянок або заміну запірної арматури без зупинки транспортування нафти. Сучасне устаткування для врізки під тиском дозволяє швидко підключати нові трубопровідні лінії, виконувати ремонт або модернізацію існуючих систем з мінімальними витратами часу та ресурсів.

Важливим елементом організації капітального ремонту є забезпечення промислової та пожежної безпеки. Відповідно до Правил безпеки під час експлуатації магістральних нафтопроводів, при проведенні робіт з капітального ремонту необхідно забезпечувати постійний двосторонній зв'язок керівника робіт з диспетчером РНУ та організовувати спостереження за станом газоповітряного середовища в зоні проведення робіт. Усі роботи виконуються за нарядом-допуском, який визначає перелік небезпечних факторів, заходи безпеки та відповідальних осіб. Особливу увагу приділяють запобіганню іскроутворення, контролю за статичною електрикою, забезпеченню вентиляції робочих місць та використанню засобів індивідуального захисту. Важливим є також забезпечення пожежної безпеки: будівельний майданчик повинен бути оснащений первинними засобами пожежогасіння, а персонал має пройти навчання з пожежно-технічного мінімуму.

Після завершення ремонтних робіт обов'язковим є контроль якості виконаних робіт та випробування відремонтованої ділянки. Контроль якості зварних з'єднань (при заміні ділянок) виконується неруйнівними методами — радіографічним, ультразвуковим або магнітопорошковим. Якість ізоляційного покриття перевіряється за допомогою іскрових дефектоскопів для виявлення пористості та механічних пошкоджень. Потім виконується гідравлічне випробування відремонтованої ділянки на міцність та герметичність тиском, що перевищує робочий. Після успішного завершення випробувань траншея засипається з пошаровим ущільненням ґрунту, виконується благоустрій території та рекультивація земель. Оформлюється виконавча документація, яка включає акти на приховані роботи, протоколи випробувань, сертифікати на матеріали та обладнання.

Таким чином, організація робіт з капітального ремонту магістрального нафтопроводу є складним багатоетапним процесом, успіх якого визначається ретельним плануванням на основі системи ППР, якісною передремонтною діагностикою, правильним вибором технології ремонту (від традиційних траншей-

них методів до сучасних бестраншейних), забезпеченням промислової та екологічної безпеки, а також високою кваліфікацією персоналу. Впровадження сучасних методів неруйнівного контролю, широке застосування безтраншейних технологій, використання композитних матеріалів для ремонту та ізоляції, а також інтеграція систем управління ремонтом з автоматизованими системами диспетчерського управління створюють передумови для значного підвищення ефективності, безпеки та довговічності нафтопровідної інфраструктури. Подальші дослідження в цій галузі варто зосередити на розробці нових матеріалів для безтраншейної реновації, вдосконаленні методів дистанційного моніторингу технічного стану, створенні роботизованих комплексів для виконання ремонтних робіт в екстремальних умовах, а також на розробці методів прогнозування залишкового ресурсу відремонтованих ділянок на основі аналізу великих масивів даних. Лише такий системний підхід, що поєднує технічні, організаційні та екологічні заходи, дозволяє забезпечити стабільне, безпечне та економічно ефективне транспортування нафти на тривалу перспективу.

Перелік посилань

1. Шаповал, В. Г., Пащенко, О. А., Жилінська, С. Р., Хоменко, В. Л., & Іванова, Г. П. (2021). Application of criterion shashenko to predicting the strength of sandy loam soils during horizontal directional drilling. Інструментальне матеріалознавство, 24(1), 114-120.

2. Pashchenko, O. A., Khomenko, V. L., Ratov, B. T., Koroviaka, Ye. A., & Rastsvietaiev, V. O. (2024). Comprehensive approach to calculating operational parameters in hydraulic fracturing. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1415(1), 012080. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1415/1/012080

3. Korovyaka, E. A., Khomenko, V. L., Vynnykov Yu, L., Kharchenko, M. O., & Rastsvetaev, V. O. (2021). Drilling wells. Dnipro: National Technical University" Dnipro Polytechnic.

4. Biletsky, M.T., Ratov, B.T., Khomenko, V.L., Korovyaka, E.A., Borash, B.R. (2022). Improvement of technology for drilling large diameter wells with reverse circulation. . Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія: «гірничо-геологічна» : Всеукраїнський науковий збірник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 1(27)-2(28), 18-25.https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-18-25

5. Shapoval, V.G., Pashchenko, O.A., Zhilinska, S.R., Khomenko, V.L., Ivanova, H.P. (2021). Application of shashenko criterion to predicting the strength of sandy loam soils during horizontal directional drilling. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, 24, 114-120. http://www.ism.kiev.ua/images/24_2021.pdf

ДО ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ В УМОВАХ ПРОЛЕТАРСЬКОГО ПСГ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Савінов Володимир Сергійович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: ст. викладач Дмитрук О.О.**

Виснажені газові родовища у багатьох випадках виявляються якнайкращими об'єктами для створення в них ПСГ, оскільки родовище повністю розвідане, відомі геометричні розміри і форма площі газоносності, геолого-фізичні параметри пласта, початковий тиск і температура, склад газу, зміна в часі дебітів свердловин коефіцієнтів фільтраційних опорів А і В, режим розробки родовища, технологічний режим експлуатації, герметичність покришки.

На родовищі є певний фонд видобувних, нагнітальних і наглядових свердловин, промислові споруди для отримання товарного газу.

Підземне сховище газу (ПСГ) побудовано на базі виснаженого Пролетарського ГКР (газоконденсатного родовища) і призначене для регулювання нерівномірності газоспоживання, забезпечення надійності газопостачання споживачів газопроводу Шебелинка-Дніпропетровськ-Кривий Ріг-Ізмаїл і забезпечення довгострокового і оперативного резерву газу.

Схема виснаженого газового родовища типу пласта приведена на рис. 1. Відомі розміри і форма газонасиченого пласта, об'єм порового простору покладу, коефіцієнти пористості і проникності, тиск пластів і температура, склад газу, розміщення нагнітальних свердловин на площі газоносності, коефіцієнти фільтраційних опорів, зміна витрат закачуваного в сховище газу в часі.

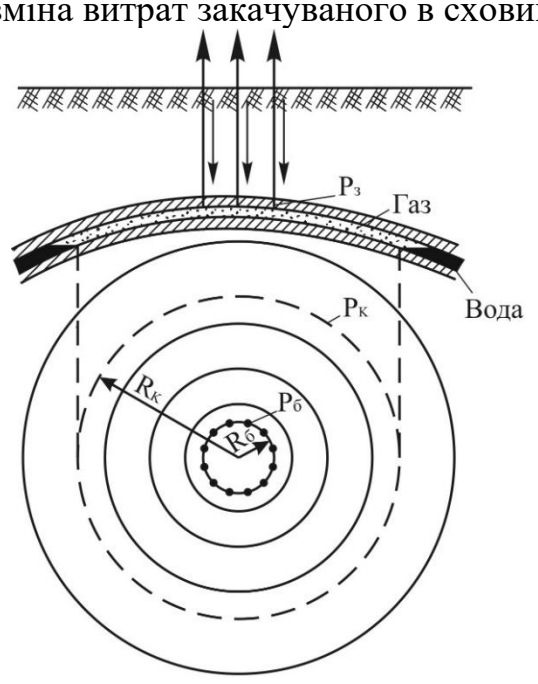


Рис. 1. Загальна схема виснаженого газового родовища пластового типу

Відбір газу здійснюється за допомогою експлуатаційно-нагнітають свердловин. Загальний балансовий фонд свердловин Пролетарського ПСГ становить 302 одиниці.

На гор. М-7 обладнані 85 експлуатаційно-нагнітальних свердловин.

Всього по ПСГ фонд підключених і облаштованих експлуатаційних свердловин складає 117 одиниць (85 - гор. М-7, 12 - гор. Б-5 і 20 - гор. Б-9).

Експлуатаційні свердловини гор. М-7 мають двоколонні конструкцію з кондуктором Ø324 мм, спущеним на глибину в середньому, 180 м; технічними колонами Ø245 мм, башмак яких встановлені в інтервалі глибин 1354-1400 м; експлуатаційними колонами Ø168 мм (по свердловинах фонду родовища були переведені в експлуатаційні на ПСГ - Ø146 мм), башмак яких встановлені в інтервалі глибин 1495-1510 м. Глибинне обладнання свердловин представлено гладкими, значно рідше висадженими насосно-компресорних труб Ø89 або Ø73 мм.

Основний вид робіт на проммайданчику: закачування газу в ПСГ за допомогою газоперекачувальних агрегатів і свердловин, відбір газу з ПСГ, транспортування газу по шлейфам до установки первинної підготовки газу (УППГ), підготовка газу до подальшої подачі споживачам на установці первинної підготовки газу і комплексної підготовки газу (УКПГ) за схемою низькотемпературної сепарації (НТС), зберігання інгібітору (діетиленгліколю і метанолу) і подача його по трубопроводах в шлейфи для запобігання гідратоутворення.

Перелік посилань

1. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.

2. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 294 с.

3. Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 294 с.

4. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

5. Експлуатація бурового обладнання : навч. посіб. / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв, О.М. Федик, С.В. Калинович ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дрогобич : Посвіт, 2024. – 300 с.

ДО ПИТАННЯ ВИДОБУВАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ МЕТАНУ В УМОВАХ ШАХТИ «ЗАХІДНО-ДОНБАСЬКА»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Саченко Денис Олександрович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: ст. викладач Дмитрук О.О.**

Видобуток метану на вугільних родовищах є в даний час одним з актуальних питань для України. Вирішення цього питання дозволить, з одного боку, забезпечити нашу країну цим найціннішим енергоносієм, з іншого, - дегазація призведе до збільшення безпеки розробки вугільних родовищ.

Для підземної дегазації джерел метановиділення пропонується схема дегазації зближених пластів, свердловинами пробуреними за очисним вибоєм з бортового штреку, що гаситься і спосіб дегазації підробляємої газоносної вугілляпородної товщі свердловинами, пробурених з поверхні.

Доцільність застосування дегазації з поверхні визначається значним видаленням дегазаційних ділянок від стовбурів шахти, великими обсягами каптованого газу, високим вмістом метану в складі газу (80 - 95%), подальшою утилізацією каптованого метану.

Буріння дегазації свердловини з поверхні повинно проводитися попереду очисного вибою з таким розрахунком, щоб відстань від проекції свердловини на пласт до забоя дегазируємої лави до момента підключення свердловини до газопровода було не менше 30 м.

Шахтний газ, що каптується від попередньої дегазації, як і природний, в основному складається з метану з домішкою інших вуглеводнів і інертних газів. Зразковий склад шахтного горючого газу може характеризуватися наступними значеннями (% за об'ємом); метан - 80-93, етан - 1,0-8,0, пропан, бутан - 0,5-3; азот - 0,5-0,7; вуглекислота - до 1,8. Октанове число (ОЧ) основного компонента газу - метану має значення 104 одиниці (ОЧ/М), тоді як у бензину лише 95.

Узагальнення і аналіз досвіду експлуатації газових автомобілів показують технічну, екологічну і економічну доцільність застосування шахтного метану в якості моторного палива.

Відповідно до вимог технічних умов «Газ природний стислий - паливо для газобалонних автомобілів» (ТУ 51-166-83) температура газу, що подається на заправку, має бути не вища 40°С, а температура точки роси газу по волозі при тиску 20 МПа не вище 30°С. Прийняті величини забезпечують відсутність гідратоутворення в паливній системі автомобіля за будь-яких умов його експлуатації.

Станція обладнана необхідними системами опалювання, вентиляції, водопостачання і каналізації і побутовими приміщеннями, що забезпечують комфортні умови перебування обслуговуючого персоналу. Основні приміщення і служби АГНКС забезпечені засобами зв'язку і сигналізації (телефонізація, радіофікація і гучномовний зв'язок). На станції також передбачений електрохімзахист внутрішньомайданчикових підземних комунікацій і зовнішніх мереж.

Гаражна АГНКС - одне з можливих технічних рішень на шляху набли-

ження джерела заправки до автомобілів. Принципова відмінність гаражної АГНКС від стаціонарної полягає в тому, що вона призначена для заправки автотранспорту в нічний час. Гаражну АГНКС можна розмістити на невеликому майданчику в автогосподарстві.

Гаражна АГНКС складається з автоматизованої компресорної станції (один або більше за блоки з компресорними установками, розміщеними в контейнерах) і рампи з постами заправки автомобілів. Компресорні установки працюють в автоматичному режимі. У особливих випадках можливе ручне управління. Станція обслуговується одним оператором.

Газ, що поступає з газопроводу, очищається, потім компримується і поступає через акумулятори газу, які виконують при цьому роль гасителів пульсації і додатково можуть використовуватися для «швидкої» заправки одного або двох автомобілів при виникненні екстреної необхідності.

За умовами безпеки акумулятори газу, щити управління і сигналізації винесені в ізольовані секції контейнера. Поза контейнером також розміщують автономне повітряне охолодження АПО. Компресорна установка укомплектована лічильником газу і необхідними запобіжними пристроями по газу і електроструму. Привід компресорної установки електричний у вибухобезпечному виконанні.

Циліндри і сальники компресорів охолоджуються комбінованою легкорідинною системою за типом автомобільної.

При спорудженні станції не потрібно фундаменти. Вона монтується на стандартних залізобетонних плитах. Для пуску компресорної станції в роботу необхідно здійснити її заземлення і підключення тільки до газової і електричної мережі.

Перелік посилань

1. Korovyaka, Ye., Astakhov, V., & Manukyan, E. (2014). Perspectives of mine methane extraction in conditions of Donets'k gas-coal basin. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*, 311-316. https://doi.org/10.1201/b17547-54.

2. Koroviaka, E.A., Manukian, E.S., & Vasilenko, Ye.A. (2011). Perspektivy izvlecheniia shakhtnoho metana i eho utilizatsiia v usloviiakh shakhty Zapadno-Donbasskaia OAO Pavlohraduhol. Naukovyi visnyk NHU, 4, 39-43.

3. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.

4. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 294 с.

5. Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 294 с.

6. Оцінка газоносності метановугільних родовищ : підручник / Є.А. Коровяка, Л.Н. Ширін, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Журфонд, 2023. – 304 с.

7. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

8. Експлуатація бурового обладнання : навч. посіб. / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв, О.М. Федик, С.В. Калинович ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дрогобич : Посвіт, 2024. – 300 с.

9. Koroviaka, Ye., Pinka, J., Tymchenko, S., Rastsvietaiev, V., Astakhov, V., Dmytruk, O. (2020). Elaborating a scheme for mine methane capturing while developing coal gas seams. *Mining of Mineral Deposits, 14*(3), 21-27. https://doi.org/10.33271/mining14.03.021.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНИХ СВЕРДЛОВИН У СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Середа Юрій Вікторович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Підвищення ефективності роботи нафтозбірних колекторів є одним із ключових завдань сучасної нафтогазової інженерії, оскільки саме ці елементи промислової інфраструктури забезпечують транспортування продукції свердловин від гирла до пунктів підготовки нафти. Збірні колектори, які об'єднують потоки з різних видобувних об'єктів, працюють у складних умовах, що супроводжуються високим гідравлічним опором, інтенсивним парафіноутворенням, корозійними процесами та нерівномірністю потоків. Ефективність їх функціонування безпосередньо впливає на енерговитрати, ризики аварійних зупинок та екологічну безпеку виробництва. Тому пошук і впровадження комплексних технічних рішень для оптимізації роботи нафтозбірних систем залишається пріоритетним напрямком науково-прикладних досліджень.

Основною перешкодою на шляху підвищення пропускної спроможності нафтозбірних колекторів є відкладення асфальтосмолопарафінових сполук (АСПО), які формуються на внутрішній стінці труб при перекачуванні високопарафінистої нафти. Процес парафінізації труби є негативним фактором як для транспорту нафти, так і для подальшої діагностики трубопроводів, суттєво знижуючи надійність всієї транспортної системи. АСПО — це тверді органо-мінеральні утворення, до складу яких входять парафіни, асфальтени, смоли, а також неорганічні солі та механічні домішки, які здатні накопичуватися на внутрішніх поверхнях устаткування при видобутку та транспортуванні, значно ускладнюючи експлуатаційні процеси. Боротьба з цим явищем на практиці здійснюється за двома основними напрямками: видалення вже сформованих відкладень шляхом пропускання внутрішньотрубних очисних пристроїв та запобігання їх утворенню із застосуванням відповідних інгібіторів. У цьому контексті ефективним підходом є застосування механічних методів очищення, які передбачають регулярний пропуск спеціальних скребків, поршнів або інших очисних пристроїв. Однак, як зазначається в літературі, традиційні методи боротьби з відкладеннями, такі як механічна очистка або промивка гарячими агентами, часто потребують зупинки роботи свердловин або є недостатньо ефективними.

У зв'язку з цим, суттєве підвищення ефективності роботи нафтозбірних колекторів досягається за рахунок впровадження хімічних методів, зокрема застосування депресорних та інгібуючих присадок. Введення таких реагентів дозволяє контролювати процеси випадання твердих фракцій, змінюючи умови переходу компонентів нафти з рідкого стану в твердий. Крім того, депресорні присадки, які спочатку призначалися для зниження температури застигання та в'язкості нафти, у процесі лабораторних випробувань показали ефективність і

як інгібітори АСПО. Механізм їх позитивного впливу є подвійним: по-перше, вони мають очищувальну дію, змиваючи смолисто-парафінові відкладення зі стінки труби та збільшуючи її пропускний діаметр, а по-друге, вони зменшують динамічну в'язкість нафти, що знижує її гідравлічний опір при перекачуванні. Зниження гідравлічного опору, у свою чергу, сприяє зменшенню економічних витрат на перекачування, знижує ризики, пов'язані з роботою під високим тиском, та запобігає погіршенню механічних властивостей металу труби.

Важливим напрямком підвищення ефективності є оптимізація гідравлічних режимів роботи нафтозбірних систем, зокрема через зниження втрат тиску. Сучасні дослідження пропонують інноваційні рішення для модернізації мереж збору нафти, газу та конденсату із застосуванням обладнання внутрішньотрубної обробки потоків, такого як внутрішньотрубні сепаратори та ежектори. Як показують результати моделювання на прикладі реальних родовищ, впровадження таких пристроїв дозволяє забезпечити додатковий видобуток вуглеводнів за рахунок оптимізації гідравлічних втрат у системах збору. Інший підхід до зниження гідравлічного опору, який знайшов своє відображення в патентній літературі, полягає у використанні методу обернення фаз для створення малов'язкої емульсії типу "нафта у воді". Цей спосіб, який передбачає додавання деемульгатора та регулювання концентрації води, дозволяє підвищити ефективність транспорту високов'язких нафт, що особливо актуально для систем збору на пізніх стадіях розробки родовищ.

Крім того, підвищення ефективності роботи нафтозбірних колекторів неможливе без широкого впровадження засобів автоматизації та цифрового моніторингу. Створення систем дистанційного контролю та управління на базі концепції "Інтернету речей" перетворює звичайні датчики тиску та витратоміри на інструменти безперервної діагностики стану як самої трубопровідної мережі, так і нафтового колектора в цілому. Об'єднання телеметричних даних в інтелектуальну систему дає змогу в режимі реального часу аналізувати забійні тиски, вхідні та вихідні потоки, поле розподілу тисків по колектору та напрямки фільтраційних потоків. Це дозволяє мінімізувати вплив людського фактору та помилки, що виникають при розробці родовищ. Наступним етапом розвитку є створення гідродинамічних моделей розроблюваного колектора з прив'язкою до реальних даних про обсяги закачування та відбору рідини, що дозволяє отримувати достовірні та змінні в часі карти розроблюваних пластів. Впровадження сучасних колекторних блоків, оснащених високоточними витратомірами (похибка до ±0,25%) та системами контролю якості, які автоматично передають дані в SCADA, CRM та ERP-системи, забезпечує прозорість, точність і централізоване управління всіма операціями з нафтопродуктами.

Таким чином, комплексне підвищення ефективності роботи нафтозбірних колекторів має базуватися на інтеграції кількох ключових підходів. По-перше, це вдосконалення хімічних методів боротьби з АСПО, включаючи застосування депресорних та інгібуючих присадок, які одночасно знижують в'язкість і запобігають утворенню відкладень. По-друге, це оптимізація гідравліки мереж шляхом впровадження внутрішньотрубних сепараторів та ежекторів, а також використання фізико-хімічних методів зниження опору. По-третє, це цифрова тран-

сформація систем управління, що передбачає впровадження систем дистанційного моніторингу, створення цифрових двійників та автоматизацію обліку. Перспективи подальших досліджень вбачаються в розробці нових багатофункціональних реагентів, адаптованих до специфіки конкретних нафтових родовищ, а також у широкому впровадженні технологій штучного інтелекту для прогнозування та запобігання ускладненням у нафтозбірних системах. Лише такий системний підхід дозволить забезпечити стабільну, енергоефективну та екологічно безпечну роботу нафтозбірних колекторів у довгостроковій перспективі.

Перелік посилань

1. Ставичний Є. М., Фем'як, Я. М., Тершак, Б. А., Ігнатов, А. О., Рибачук, С. А., Бочкур, Ю. В., & Савчук, Н. М. (2023). Сучасне вітчизняне технологічне обладнання для кріплення свердловин хвостовиками з колоною-фільтром. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields, (1(86), 54–63. https://doi.org/10.31471/1993-9973-2023-1(86)-54-63

2. Biletsky, M.T., Ratov, B.T., Khomenko, V.L., Korovyaka, E.A., Borash, B.R. (2022). Improvement of technology for drilling large diameter wells with reverse circulation. . Наукові праці донецького національного технічного університету. Серія: «гірничо-геологічна» : Всеукраїнський науковий збірник ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», 1(27)-2(28), 18-25.https://doi.org/10.31474/2073-9575-2022-1(27)-2(28)-18-25

3. Bekeshova, Zh.B., Ratov, B.T., Kurmanov, B.K., Khomenko, V.L., Kuttybayev, A.E., Kazimov, E.A., Rastsvietaiev, V.O., & Ishkov, V.V. (2024). Study of the clinoform structure of Paleogene gas reservoirs in the Ustyurt region. SOCAR Proceedings, 2, 3–11. http://dx.doi.org/10.5510/OGP20240401011

4. Pavlychenko, A.V., Ihnatov, A.O., Koroviaka, Ye.A., Ratov, B.T., Zakenov, S.T. (2022). Problematics of the issues concerning development of energy-saving and environmentally efficient technologies of well construction. ICSF-2022. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1049 (2022) 012031. doi:10.1088/1755-1315/1049/1/012031

5. Пащенко, О.А., Ігнатов, А.О., Владико, О.Б. (2021). Деякі особливості руйнування гірського масиву на вибої свердловини. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (24), 121-134. http://www.ism.kiev.ua/images/24_2021.pdf

6. Ігнатов, А.О. (2020). До питання визначення вибійних робочих характеристик пристроїв гідромеханічного буріння. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (23), 78 - 88.

7. Ratov, B. T., Mechnik, V. A., Khomenko, V. L., Ihnatov, A. O., & Kalzhanova, A. B. (2024). Influence of disperse-hardening additive chrome diboride on the structure of carbide matrixes of PDC drill bits. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 4, 27–34. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-4/027

ПЕРЕВАГИ БУРІННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ ВЕРХНЬОГО ПРИВОДУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Синєвид Вадим Дмитрович, група 185-22-1
Науковий керівник: к.т.н., доцент Хоменко В. Л.

Переваги буріння із застосуванням систем верхнього приводу є однією з найбільш актуальних тем сучасної нафтогазової галузі, оскільки підвищення ефективності бурових робіт безпосередньо впливає на економічні показники розробки родовищ, безпеку персоналу та довговічність обладнання. Система верхнього приводу (Top Drive System, TDS) є технологічною альтернативою традиційному роторному способу обертання бурильної колони і вже тривалий час широко застосовується на більшості сучасних бурових установок. Її впровадження стало важливим кроком у розвитку буріння, особливо при спорудженні глибоких, похило-скерованих та горизонтальних свердловин [1].

Суть технології полягає в тому, що обертання бурильної колони здійснюється не через роторний стіл, а безпосередньо від приводу, який переміщується вздовж щогли бурової установки. Це дозволяє значно розширити функціональні можливості бурового обладнання та оптимізувати технологічні процеси [2]. Верхній привід забезпечує безперервне обертання бурильної колони навіть під час спуско-підіймальних операцій, що є важливою перевагою порівняно з традиційними методами.

Для наочного уявлення конструкції бурової установки з системою верхнього приводу та принципу її роботи розглянемо схему, наведену на рисунку 1.



Рис. 1. Схема бурової установки з системою верхнього приводу

Як видно зі схеми, верхній привід розміщується у верхній частині щогли та забезпечує безпосереднє обертання бурильної колони. Це дозволяє здійснювати безперервний процес буріння, підвищує ефективність виконання технологічних операцій і зменшує залежність від традиційного роторного обладнання.

Однією з ключових переваг використання систем верхнього приводу є підвищення швидкості буріння. Завдяки можливості буріння довшими свічками

(дві-три труби одночасно), скорочується кількість спуско-підіймальних операцій, що зменшує непродуктивний час. Крім того, знижується кількість з'єднань бурильних труб, а отже, і ризик виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних із різьбовими з'єднаннями. Це особливо важливо при бурінні на великих глибинах, де кожна додаткова операція значно впливає на загальний час будівництва свердловини.

Важливим аспектом є також підвищення рівня безпеки робіт. Використання верхнього приводу зменшує потребу у ручних операціях з бурильними трубами, що знижує ризик травматизму серед персоналу. Автоматизація процесів дозволяє мінімізувати вплив людського фактора та підвищити контроль за технологічними параметрами буріння. Це відповідає сучасним вимогам охорони праці та промислової безпеки.

Ще однією суттєвою перевагою є покращення якості керування траєкторією свердловини. Системи верхнього приводу забезпечують більш точне регулювання параметрів буріння, таких як обертовий момент, швидкість обертання та осьове навантаження. Це дозволяє ефективніше реалізовувати технології похило-скерованого та горизонтального буріння, які широко застосовуються при розробці складних геологічних структур. Завдяки цьому досягається більш точне потрапляння в продуктивні пласти та підвищується коефіцієнт вилучення вуглеводнів.

Системи верхнього приводу також сприяють покращенню умов очищення вибою. Безперервне обертання бурильної колони дозволяє підтримувати стабільну циркуляцію бурового розчину, що забезпечує ефективне видалення шламу та запобігає утворенню шламових пробок. Це особливо важливо при бурінні горизонтальних ділянок, де існує підвищений ризик накопичення вибуреної породи.

Крім того, використання верхнього приводу значно спрощує виконання аварійно-відновлювальних робіт. У випадку прихвату бурильної колони або інших ускладнень, система дозволяє оперативно застосовувати обертальні та осьові навантаження для ліквідації проблеми. Це підвищує ймовірність успішного завершення буріння без значних втрат часу та ресурсів.

Не менш важливим є економічний ефект від впровадження систем верхнього приводу. Незважаючи на відносно високу вартість обладнання, зменшення тривалості буріння, зниження кількості аварій та оптимізація технологічних процесів дозволяють значно скоротити загальні витрати на будівництво свердловин. У довгостроковій перспективі це робить використання TDS економічно доцільним і вигідним.

Однак варто зазначити, що ефективність використання систем верхнього приводу залежить від умов буріння, кваліфікації персоналу та правильності експлуатації обладнання. Для досягнення максимального ефекту необхідно забезпечити належне технічне обслуговування системи, а також підготовку персоналу до роботи з сучасними технологіями.

З метою наочного порівняння ефективності різних технологій буріння розглянемо зміну швидкості проходки залежно від часу буріння або глибини свердловини. Особливу увагу приділено порівнянню традиційного роторного спо-

собу та буріння із застосуванням системи верхнього приводу, що дозволяє оцінити їх вплив на продуктивність процесу.

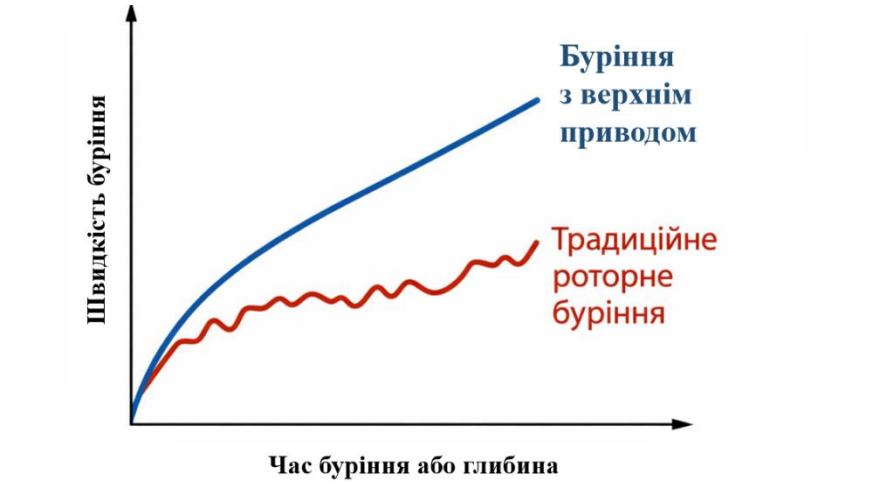


Рис. 2. Залежність швидкості буріння від використання технології верхнього приводу

Як видно з наведеного графіка, буріння із застосуванням системи верхнього приводу характеризується вищими та більш стабільними показниками швидкості проходки порівняно з традиційним роторним бурінням. Це пояснюється зменшенням часу на допоміжні операції, безперервністю процесу обертання бурильної колони та кращим контролем технологічних параметрів. У свою чергу, традиційний метод демонструє значні коливання швидкості, що пов’язано з частими зупинками та меншою ефективністю передачі обертального моменту. Отже, використання верхнього приводу сприяє підвищенню загальної продуктивності бурових робіт і зниженню тривалості будівництва свердловини.

Таким чином, системи верхнього приводу є важливим елементом сучасних бурових технологій, які забезпечують підвищення ефективності, безпеки та економічності бурових робіт. Їх застосування особливо актуальне в умовах складних геологічних структур та при бурінні свердловин зі складною траєкторією. Подальший розвиток цієї технології пов’язаний із впровадженням автоматизованих систем керування та цифрових рішень, що дозволить ще більше підвищити продуктивність і надійність бурових операцій.

Перелік посилань

1. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Kirin, R., Svitlychnyi, S., & Moskalenko, A. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012008

2. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Shypunov, S. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012004

ГАЗОГІДРАТИ УКРАЇНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сіволап Сергій Андрійович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Хоменко В.Л.**

Питання перспектив видобутку вуглеводнів з газогідратних покладів дедалі частіше обговорюється в різних частинах світу. В умовах постійного розвитку і зросту попиту на електроенергію, можливість видобувати значні за обсягом поклади газу з раніше недоступних покладів є цікавою. Для України видобуток цих вуглеводнів дозволить забезпечити промисловість та інших споживачів власним газом, а отже, зробити парші кроки до енергонезалежності.

Газові гідрати — це кристалічні тверді речовини, що складаються з води та газу і за зовнішнім виглядом та властивостями дуже нагадують лід. Гідрати містять великі обсяги видобувного природного газу, тому вони можуть бути розглянуті як нове потенційне джерело газу, рівноцінне газу зі свердловин.

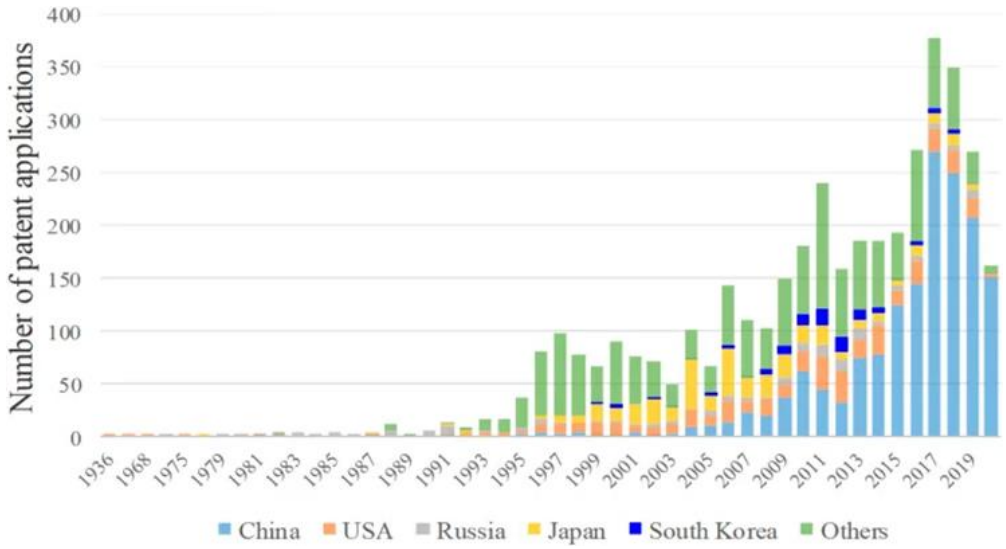


Рис.1. Динаміка подачі патентних заявок на газогідрати в провідних країнах світу.

Статистика демонструє, що починаючи з середини 90-х років, чимало країн, таких як США, Китай, Японія та ін., активно ведуть дослідження в даній галузі [1]. Для нас це можливість перейняти їх досвід для подальших досліджень в сфері видобутку газу з газогідратів з метою виведення дебіту до комерційного рівня.

На жаль, на даний момент в межах України газогідрати досліджені недостатньо: складність умов буріння, глибина (а отже, вартість буріння), а також політичні умови створили несприятливі умови для визначення місць залягання покладів, їх кількості та об’єму. Останнє дослідження проводилося в 2010 році спільно зі вченими Дослідницького Центру екології моря МАРУМ (ФРН), але для точної оцінки покладів цього недостатньо.

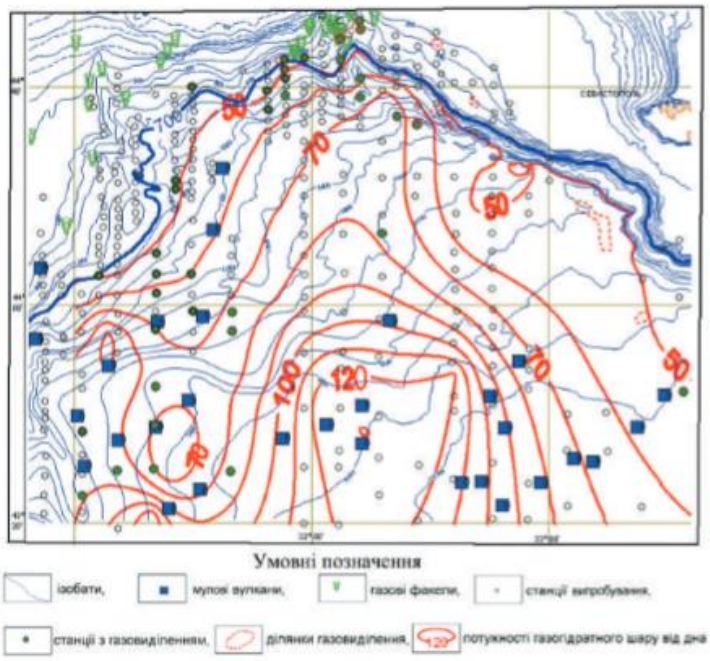


Рис.2. Розрахунок BSR – межі стійкості газогідратів у глибині осадів

Як зазначено в аналітичній записці Національного інституту стратегічних досліджень: «Точної гідрогеологічної карти Чорного моря досі немає, тому українські вчені за основу своїх розрахунків беруть дані про газогідратні поклади, отримані ще за радянських часів в північній частині акваторії Чорного моря. Так, у 1988-1989 рр. експедиціями Міністерства геології і Академії наук СРСР були виявлені поклади газогідрату метану на шельфі Чорного моря, об'єм метану в яких оцінювався в 100 трлн м^3 як мінімум, з яких на частку України припадає близько 25 трлн. м^3 метану в газогідратних пластах, розташованих вздовж Південного берега Криму, зокрема у западині Сорокіна глибиною 2 км [2].

Перелік посилань

1. Wang H, Zhang L, He J and Zhou T (2022) The Development of Natural Gas Hydrate Exploitation Technology From Perspective of Patents. Front. Energy Res. 10:860591. doi: 10.3389/fenrg.2022.860591;

2. ; Волович, О. О. Стан і перспективи освоєння видобутку газогідратів в українському секторі Чорного моря. Аналітична записка.[Електронний ресурс]:-https://www.niss.gov.ua.

3. Кичка, О. А., Коваль, А. М., Тищенко, А. П., Довжок, Т. Є., & Коровниченко, Є. Є. (2013). До проблеми освоєння метаногідратного потенціалу Чорного моря. Нафтогазова галузь України, (5), 37-41;

4. Гончар М. Газогідрати Чорного моря. Режим доступу: http://www.biowatt.com.ua/informatsiya/gazogidrati-chornogo-morya/;

5. Чепіжко, О. В., Кадурін, В. М., Кадурін, С. В., Какаранза, С. Д., & Лосєва, Л. Ю. (2016). Окреслення перспектив використання газогідратів у Чорному морі як критерій пошуку природного газу. Мінеральні ресурси України, (3), 29-33. вилучено із https://mru-journal.com.ua/index.php/mru/article/view/162.

РОЗРОБКА ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ УСТАНОВКИ ПІДГОТОВКИ НАФТИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Столяр Юрій Сергійович, група 185-22з-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Установка підготовки нафти (УПН) є ключовою ланкою в технологічному ланцюзі видобутку та транспортування вуглеводнів, оскільки саме тут сира пластова рідина доводиться до кондицій товарної нафти, придатної для подальшого транспортування магістральними трубопроводами або зберігання в резервуарних парках. Технологічний процес підготовки нафти включає операції зневоднення, знесолення, дегазації та стабілізації, кожна з яких реалізується за допомогою спеціалізованого обладнання. Сучасна УПН являє собою складний комплекс апаратів, устаткування та трубопроводів, що працюють у безперервному режимі з високим ступенем автоматизації. Розробка та вдосконалення основного обладнання УПН спрямовані на підвищення ефективності розділення фаз, зниження енергоспоживання, мінімізацію втрат вуглеводнів та забезпечення екологічної безпеки виробництва.

Сепаратори є першим і одним із найважливіших елементів УПН, призначеним для відокремлення попутного нафтового газу від рідини та часткового зневоднення нафти. Конструктивно сепаратор являє собою циліндричний корпус, забезпечений патрубками для введення газорідинної суміші й виведення рідкої та газової фаз, запобіжною і регулюючою арматурою, а також спеціальними пристроями, що забезпечують розділення рідини і газу. За просторовою орієнтацією розрізняють горизонтальні та вертикальні сепаратори, кожен з яких має свої переваги залежно від складу продукції та умов експлуатації. Вертикальний сепаратор складається з основної секції сепарації, призначеної для відділення нафти від газу, та осаджувальної секції, в якій відбувається додаткове виділення води. Процес сепарації здійснюється в декілька ступенів, причому кількість ступенів зазвичай обмежують двома-трьома, оскільки збільшення кількості ступенів, хоча й підвищує вихід дегазованої нафти, призводить до зростання капіталовкладень. Сучасні сепаратори оснащуються внутрішніми відбійниками, жалюзійними осушувачами, піногасниками та іншими пристроями, що інтенсифікують процес розділення фаз.

Резервуари для нафти використовуються для накопичення, короткотривалого зберігання та обліку як сирої, так і товарної нафти. Група резервуарів, зосереджених в одному місці, утворює резервуарний парк. Основні типи резервуарів класифікуються за конструкцією корпусу (вертикальні та горизонтальні), за типом даху (з пласким, конічним, сферичним дахом або плаваючим понтоном), а також за матеріалом виготовлення (сталеві, залізобетонні). Для зберігання нафти з високим вмістом легких фракцій застосовуються резервуари з плаваючими дахами або понтонами, які значно зменшують втрати від випаровування. Ключовими конструктивними елементами резервуарів є корпус, основа, перекриття, а також допоміжні вузли: сходи, огорожі, дихальні та запобіжні

клапани, люки-лази. Розробка нових матеріалів і технологій зварювання дозволяє створювати резервуари з підвищеною міцністю та корозійною стійкістю, а також зі зменшеною металоємністю. Електродегідратори (ЕЛОУ) є основним апаратом для глибокого зневоднення та знесолення нафти, призначеним для руйнування стійких водонафтових емульсій. Принцип дії електродегідратора базується на впливі електричного поля високої напруги на емульговану суміш. Під дією електричного поля краплі води поляризуються, набувають протилежних зарядів і коалесціюють (зливаються) у більші краплі, які потім осідають під дією гравітації. Для досягнення високого ступеня знесолення застосовують дво- або триступеневі схеми з промиванням нафти свіжою водою між ступенями, що дозволяє вилучати розчинені у воді хлориди. Електродегідратори виготовляються переважно в горизонтальному виконанні, працюють під тиском до 1,6 МПа і оснащуються системами високовольтних електродів, що створюють градієнт напруженості поля по всьому об'єму апарата. Сучасні напрямки вдосконалення електродегідраторів пов'язані з оптимізацією форми та розташування електродів, автоматизацією режимів електрознесолення та розробкою енергоефективних джерел живлення.

Насосне обладнання забезпечує транспорт сировини та продуктів між окремими апаратами УПН, а також подачу товарної нафти до магістральних трубопроводів. На установках підготовки нафти застосовуються різні типи насосів залежно від в'язкості, температури та корозійної активності середовища. Для перекачування сирої нафти використовуються відцентрові насоси типу НМ (нафтовий магістральний) з підвищеним ресурсом роботи, для в'язких нафтопродуктів — шестеренні насоси серії НМШ, для рідин з газовим фактором — вихрові насоси з магнітною муфтою та протикавітаційним робочим колесом. Особливі вимоги висуваються до ущільнень насосів, оскільки нафта та нафтопродукти є пожежонебезпечними та токсичними речовинами. Тому сучасне насосне обладнання оснащується подвійними торцевими ущільненнями з системами буферної рідини, що забезпечують нульові витоки в навколишнє середовище.

Трубчасті печі застосовуються на УПН для підігріву нафти перед процесами зневоднення, знесолення та стабілізації, оскільки підвищення температури значно знижує в'язкість нафти та прискорює коалесценцію водяних крапель. Трубчаста піч являє собою корпус з вогнетривкої цегли, всередині якого розташований змійовик із труб, що нагрівається полум'ям пальників. За конструктивним виконанням розрізняють горизонтальні (ПТНг) та вертикальні (ПТНв) трубчасті печі, а також печі з променистим та конвективним теплообміном. Розробка сучасних трубчастих печей спрямована на підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) за рахунок використання конвективних секцій з розвиненим оребренням, впровадження автоматичних систем контролю співвідношення паливо-повітря, а також застосування екологічно чистих пальників з низьким вмістом оксидів азоту в продуктах згоряння.

Компресорне обладнання використовується на УПН для компримування (стиснення) попутного нафтового газу з метою його подальшого використання як палива або транспортування споживачам. Тиск нагнітання сучасних газових

компресорів може сягати 100 бар, а ефективний об'ємний потік — досягати значень, що забезпечують утилізацію всього виділеного газу. Найбільшого поширення набули поршневі компресори для середніх та високих тисків, а також гвинтові компресори для великих об'ємів газу при відносно невисоких тисках. Важливою вимогою до компресорного обладнання є його газонепроникність та вибухозахищеність, оскільки попутний нафтовий газ є вибухонебезпечною речовиною.

Системи автоматизації та контролю є невід'ємною складовою сучасної УПН, оскільки вони забезпечують безперервність технологічного процесу, мінімізують вплив людського фактора та дозволяють підтримувати оптимальні режими роботи обладнання. Автоматизація охоплює вимірювання витрат, тиску, температури та рівня рідини в апаратах, регулювання роботи насосів та компресорів, контроль якості товарної нафти (вміст води, солей, тиск насичених парів), а також функції безпеки, включаючи аварійне відключення та сигналізацію. Сучасні системи управління базуються на програмованих логічних контролерах (PLC) та розподілених системах управління (DCS), які інтегруються в автоматизовану систему управління технологічним процесом (АСУ ТП) всього нафтопромислу.

Отже, установка підготовки нафти є складною технологічною системою, ефективність якої визначається досконалістю її основного обладнання — сепараторів, резервуарів, електродегідраторів, насосів, трубчастих печей та компресорів. Розробка та вдосконалення кожного з цих видів обладнання спрямовані на підвищення ступеня розділення фаз, зниження енергоспоживання, мінімізацію втрат вуглеводнів та забезпечення екологічної безпеки. Інтеграція обладнання в єдину автоматизовану систему управління дозволяє досягти високої надійності та гнучкості технологічного процесу, що є вирішальним фактором для забезпечення рентабельності нафтовидобувних проектів у сучасних економічних умовах.

Перелік посилань

1. Korovyaka, E. A., Khomenko, V. L., Vynnykov Yu, L., Kharchenko, M. O., & Rastsvetaev, V. O. (2021). Drilling wells. Dnipro: National Technical University" Dnipro Polytechnic.

2. Butnik-Siversky, O.B., Doroshenko, O.F., Borko, Yu.L., Khomenko, V.L. (2022). Model Approach to Estimating the Cost of Transfer of Integral Intangible System (Technology). Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (1), 133-138.

3. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.

ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПЛАСТОВОГО ТИСКУ ПРИ РОЗРОБЦІ НИЗЬКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сукач Денис Володимирович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Оптимізація системи підтримки пластового тиску при розробці низькопроникних колекторів є однією з ключових проблем сучасної нафтової інженерії, оскільки саме ефективність підтримки тиску визначає техніко-економічні показники розробки таких складних об'єктів. Низькопроникні колектори, до яких відносять як традиційні низькопроникні пісковики, так і ультранизькопроникні сланцеві формації та щільні вапняки, характеризуються дуже малими значеннями проникності (зазвичай менше 1 мД), наявністю стартових градієнтів тиску та явищ деформації породи при зміні пластового тиску. Ці особливості зумовлюють швидке падіння пластового тиску на початкових стадіях розробки та, як наслідок, стрімке зниження дебітів свердловин. У зв'язку з цим, класичне законтурне та внутрішньоконтурне заводнення, яке є основним методом підтримки тиску для більшості нафтових родовищ, часто виявляється неефективним або технічно неможливим через надзвичайно низьку приймальність нагнітальних свердловин та нездатність створити достатній градієнт тиску для витіснення нафти з дрібних пор.

Одним із найбільш перспективних напрямків оптимізації систем підтримки пластового тиску в низькопроникних колекторах є технологія гідророзриву пласта в режимі тривалого нагнітання, або так зване «нагнітання з розривом». На відміну від традиційних гідророзривів, які створюють локальні тріщини для збільшення припливу до видобувних свердловин, ця технологія передбачає тривале (до 10-15 діб) нагнітання робочого агенту під тиском, що перевищує тиск розриву породи. В результаті формується складна мережа тріщин, яка значно збільшує поверхню контакту робочого агенту з породою-колектором, покращує охоплення пласта витісненням та дозволяє підтримувати тиск у віддалених зонах. Сучасні чисельні моделі, що враховують двостороннє поєднання геомеханічних процесів та фільтрації флюїду, демонструють, що при такому підході фронти тиску поширюються значно швидше, ніж фронти насичення (з характерним співвідношенням швидкостей 2,2:1), що дозволяє ефективно передавати енергію вглиб пласта. Крім того, ця технологія призводить до локальної переорієнтації полів напружень (на кут до 40°) поблизу нагнітальних свердловин, що сприяє формуванню більш складної та розгалуженої тріщинуватості. Польові дослідження підтверджують високу ефективність цього методу — валідація чисельної моделі показала відхилення менше 10% при відтворенні історії видобутку на реальних родовищах.

Значний потенціал для оптимізації підтримки пластового тиску в низькопроникних колекторах має також технологія циклічного нагнітання газу (Huff-n-Puff), яка активно вивчається в Північній Америці, зокрема в Канаді. Для щільних нафтових колекторів, таких як формація Монтні, де застосування тра-

диційного заводнення є неефективним, циклічне нагнітання газу пропонує альтернативний шлях підтримки тиску та збільшення коефіцієнта вилучення нафти. Технологія полягає в періодичному закачуванні газу (наприклад, збідненого газу або CO_2) в пласт з наступним періодом витримки та видобутку. При цьому особливо важливу роль відіграє присутність залишкової води в пласті: лабораторні дослідження на кернах показують, що хоча штучне створення тріщин може підвищити коефіцієнт вилучення на 17,5-18,5%, наявність води, особливо сконцентрованої вздовж поверхонь тріщин, різко знижує ефективність процесу (коефіцієнт вилучення може падати до 1,2%). Це пов'язано з низькою розчинністю метану та етану у воді, що перешкоджає проникненню газу в матрицю породи. Тому оптимізація циклічного нагнітання газу потребує ретельного обліку початкового водонасичення та його розподілу, а також пошуку шляхів зменшення негативного впливу води на газообмінні процеси.

Важливим доповненням до методів хімічного та газового впливу є фізичні методи інтенсифікації припливу, зокрема віброхвильова дія на привибійну зону пласта. Дослідження, проведені для карбонатних низькопроникних колекторів, демонструють, що генерація механічних хвиль у породі призводить до розкриття мікротріщин та пор, значно підвищуючи проникність. При цьому ефективність віброхвильової дії суттєво залежить від параметрів коливань: збільшення амплітуди пульсацій тиску підвищує інтенсивність росту проникності (коефіцієнт детермінації R^2=0,92), тоді як збільшення частоти коливань, навпаки, зменшує глибину ефективної зони впливу (R^2=0,81). Ці закономірності відкривають можливості для створення керованих систем віброхвильової дії, які можуть використовуватися як самостійно для періодичного відновлення проникності, так і в комбінації з традиційними методами нагнітання для підвищення їх ефективності.

У світовій практиці накопичено значний досвід оптимізації систем підтримки пластового тиску для низькопроникних колекторів, який демонструє різноманітність підходів залежно від геологічних умов. У Північному морі, де розробляються крейдяні колектори з аномально високою пористістю (35-50%) та низькою проникністю (1-2 мД), ключовою проблемою є водочутливість породи: навіть невеликі кількості води зменшують міцність крейди вдвічі, що призводить до обвалення породи та просідання поверхні. Тому для таких колекторів оптимізація системи ППТ зосереджена на пошуку балансу між необхідністю підтримки тиску для запобігання ущільненню породи та ризиком руйнування колектора при контакті з водою. У Саудівській Аравії, де розробляються карбонатні колектори з дуже низькою проникністю (близько 1 мД), що відокремлені від високопроникних зон потужними непроникними прошарками, основний акцент робиться на точному виборі об'єктів для нагнітання та оптимізації режимів закачування, щоб уникнути неконтрольованого прориву робочого агенту по тріщинах. Особливу увагу привертає досвід розробки родовища Пембіна в Канаді — одного з найбільших на північноамериканському континенті, яке характеризується надзвичайно низькою природною проникністю та малою товщиною продуктивних пропластків. Первинний видобуток тут становив лише близько 12% від початкових запасів, що підкреслює критичну важливість оптимі-

зації систем ППТ для досягнення економічно прийнятних коефіцієнтів вилучення нафти.

Таким чином, оптимізація системи підтримки пластового тиску при розробці низькопроникних колекторів потребує комплексного підходу, який враховує специфіку геологічної будови, фільтраційних характеристик та фізико-хімічних властивостей породи-колектора. Найбільш перспективними напрямками є: застосування технології тривалого нагнітання з розривом пласта для створення розгалужених мереж тріщин; використання циклічного нагнітання газу в режимі «Huff-n-Puff» з урахуванням впливу водонасичення; впровадження віброхвильових методів для періодичного відновлення проникності привибійних зон; та застосування наноматеріалів для модифікації властивостей нагнітаються флюїдів та покращення їх проникності в мікропористе середовище. Важливим напрямком подальших досліджень є розробка гібридних технологій, які б поєднували переваги різних методів — наприклад, одночасне застосування нанофлюїдів та віброхвильової дії, або комбінування хімічного впливу з контрольованим гідророзривом. Крім того, необхідне подальше вдосконалення чисельних моделей, здатних адекватно описувати складну геомеханіку низькопроникних колекторів та процеси багатофазної фільтрації в умовах високих градієнтів тиску. Вирішення цих завдань дозволить значно підвищити ефективність розробки низькопроникних колекторів та забезпечити більш повне вилучення вуглеводневої сировини з надр.

Перелік посилань

1. Фем’як Я. М., Чудик І. І., Судаков А,К., Якимечко Я. Я., Федик О.М. Практичне використання кавітаційних процесів у бурінні свердловин. Монографія. - Дрогобич: «Посвіт», 2021. – 232 с.

2. Antonchik, V., Hankevich, V., Maltseva, V., Pashchenko, O., Minieiev, S., Kiba, V., ... & Velihina, N. (2024). Universal hydropneumatic shock absorber for drill column. Геотехнічна механіка, (168), 5-16.

3. Ігнатов, А.О., Ставичний, Є.М. (2022). Деякі питання технологій промивання та кріплення свердловин у складних умовах. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (25), 119-132.

4. Khomenko, V.L., Ratov, B.T., Pashchenko, O.A., Davydenko, O.M., Borash, B.R. (2023). Justification of drilling parameters of a typical well in the conditions of the Samskoye field. ICSF-2023. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1245 (2023) 012052. doi:10.1088/1755-1315/1254/1/012052

5. Голенок, А. В., & Хоменко, В. Л. (2022). Основні причини газонафтопроявів та способи їх виявлення.

6. Ratov, B., Borash, A., Biletskiy, M., Khomenko, V., Koroviaka, Y., Gusmanova, A., Pashchenko, O., Rastsvietaiev, V., & Matyash O. (2023). Identifying the operating features of a device for creating implosion impact on the water bearing formation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(1 (125), 35–44.

GAS PREPARATION EFFICIENCY (SHCHERBAKIVSKO-SHKURUPIIVSKA AREA)

Dnipro University of Technology

Andrii Turchyn, Student 185-22z-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev**

Gas preparation is a critical stage in the production and processing operations at oil and gas fields [1, 2]. It includes: mechanical removal of liquids and solid impurities; drying and separation of hydrocarbon condensates; removal of harmful impurities (H_2S, CO_2, N_2); and regulation of gas pressure and temperature for transportation and utilization [3, 4]. Efficient gas preparation ensures safe pipeline operation, reduces product losses, and increases the reliability of technological equipment [5, 6].

Characteristics of Gas Streams at the Field: High methane and ethane content; Presence of condensate and impurities such as CO_2 and H_2S; Pressure fluctuations depending on production regimes; Necessity to adapt preparation processes to variations in gas composition.

These factors make the optimization of the gas preparation technological scheme crucial for enhancing production efficiency.

Main Technological Processes of Gas Preparation:

1. Mechanical Cleaning – separators for removing liquids and solid particles; monitoring condensate levels in the gas stream.
2. Gas Drying – adsorption or absorption drying; prevention of hydrate formation and pipeline corrosion.
3. Chemical Treatment – removal of H_2S and CO_2 using amine solutions; control of harmful component concentrations.
4. Condensation and Liquid Fraction Separation – extraction of gas condensate for further processing; ensuring gas purity before transportation.
5. Compression and Pressure Regulation – stabilization of pressure for main pipelines; optimization of compressor unit operation.

Challenges Affecting Efficiency: Frequent fluctuations in gas composition lead to uneven equipment loading; Accumulation of condensate and impurities reduces pipeline throughput; Increased energy consumption for compression and heating; Risk of pipeline corrosion and hydrate formation.

Key Factors Affecting Efficiency: Technological scheme; Gas composition; Equipment operating modes; Process parameter control.

Modern Methods for Improving Gas Preparation Efficiency: Technological Scheme Optimization – integration of separation, drying, and chemical treatment; use of modular complexes for different gas compositions; Automation and Digital Control Systems – sensors for gas composition, pressure, and temperature; automated regulation of reagent dosing and process modes; Energy Saving and Heat Recovery – optimization of compressor and pump operation; utilization of renewable heat sources for gas heating; Innovative Materials and Reagents – sorbents for drying and

impurity removal; high-performance catalysts for chemical treatment.

Influencing Factors: Gas composition and impurity concentrations; Equipment design features; Operating modes of technological units; Monitoring and automated control systems; Application of modern technologies and reagents.

Gas preparation at the Shcherbakivsko-Shkurupiyivska field requires adaptation of technological processes to complex gas composition and pressure fluctuations. The main processes include mechanical cleaning, drying, chemical treatment, condensate separation, and pressure regulation. To enhance efficiency, integrated technological schemes, automation, energy-saving measures, and innovative reagents are applied. A comprehensive approach reduces gas losses, improves equipment reliability, and optimizes preparation costs.

References

1. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

2. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

3. Burova M. Y., Yatskevich O. O., Varavina O. P. Technologies for Gas and Condensate Collection and Preparation: Training Manual for Students of Specialty 185 «Oil and Gas Engineering and Technology». Kharkiv: NTU «KhPI», 2024. 196 p. – Endorsed by Prof. Dr.-Ing. I. M. Fyk.

4. Cesar R., Marques P. J. L., Tavares J. R. A., Antunes F. C., Gonçalves J. M., Vicentini R., Cavallari M. R., Brandão B. B. N. S., Hunt J. D., Doubek G., Zanin H. G. Biogas Refining: A Review on Advances in Metal-Oxide-Modified Activated Carbon for H2S and CO2 Removal. Energy & Fuels. 2025. Vol. 39, No. 1, pp. 39–71. https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.4c03493

5. Chen C., Li C., Reniers G., Yang F. Safety and Security of Oil and Gas Pipeline Transportation: A Systematic Analysis of Research Trends and Future Needs Using WoS. Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 279, p. 123583. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123583

6. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

БУДІВНИЦТВО ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНОЇ СВЕРДЛОВИНИ НА ЦІЛЬОВИЙ ПЛАСТ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фролов Сергій Олегович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Будівництво експлуатаційної похило-скерованої свердловини на цільовий пласт є одним із найбільш технологічно складних та водночас поширених завдань у сучасному видобутку вуглеводнів. Порівняно з вертикальними свердловинами, похило-скеровані та горизонтальні конструкції дозволяють розкрити продуктивний пласт на значно більшій площі, забезпечують вищу продуктивність, зменшують кількість необхідних кущових майданчиків та дають змогу розробляти родовища в складних гірничо-геологічних умовах — під водними перешкодами, в межах міської забудови, на шельфі або в заповідних зонах. Успішне спорудження такої свердловини потребує комплексного підходу, що поєднує ретельне проєктування траєкторії, вибір оптимальної техніки та технології буріння, безперервний моніторинг просторового положення стовбура, адаптивне керування процесом та якісне закінчення з цементуванням колони.

Початковим етапом будівництва є проєктування просторової траєкторії свердловини, яка має забезпечити влучення в цільовий інтервал пласта із заданими координатами та кутом зустрічі. Траєкторія описується трьома основними параметрами: глибиною по вертикалі (проекція на вертикальну вісь), зенітним кутом (відхилення від вертикалі) та азимутом (орієнтація в горизонтальній площині). Найпоширенішими профілями є J-подібний (набір зенітного кута до деякого значення з подальшим прямолінійним похилим ділянкою) та S-подібний (набір кута, пряма ділянка, потім зменшення кута для вертикального входу в пласт). Вибір профілю визначається глибиною залягання цільового пласта, потужністю покришок, наявністю тектонічних порушень, необхідністю обійти перешкоди, а також технічними можливостями бурового обладнання. Ключовим параметром проєкту є інтенсивність набору зенітного кута — величина зміни кута на певній довжині стовбура (зазвичай вимірюється в градусах на 10 або 100 метрів). Занадто висока інтенсивність призводить до надмірних згинальних напружень у бурильній колоні та обсадних трубах, збільшує ризик викривлення стовбура та ускладнює спуск інструменту. Надто низька інтенсивність подовжує інтервал набору кута, що збільшує витрати часу та матеріалів. Оптимальні значення зазвичай становлять 1–3°/10 м для м'яких порід і 0,5–1,5°/10 м для твердих абразивних формацій.

Безпосереднє будівництво похило-скерованої свердловини починається з буріння вертикального інтервалу, після чого на заданій глибині ініціюється відхилення стовбура. Для створення початкового викривлення використовуються клинові відхилювачі (статичні або знімні), що встановлюються в КНБК. Сучасні технології, однак, все частіше базуються на застосуванні вибійних двигунів — гвинтових забійних механізмів (ГЗМ), які обертають долото без обертання всієї бурильної колони. В комбінації з вимірювальними системами MWD

(Measurement While Drilling — вимірювання під час буріння) та LWD (Logging While Drilling — каротаж під час буріння) такі компоновки дозволяють точно орієнтувати відхилювальний елемент за азимутом і контролювати зміну зенітного кута в режимі реального часу. Ключовим елементом є вузол керування напрямком — так званий «телесистема», що передає дані з вибою на поверхню за допомогою гідроімпульсного каналу зв'язку (модуляція тиску промивальної рідини) або електромагнітного каналу. Дані включають зенітний кут, азимут, положення відхилювача, температуру, тиск та іноді гамма-спектрометрію для літологічної прив'язки.

Процес нарощування зенітного кута виконується на інтервалі, який називають ділянкою набору. Тут компоновка працює в режимі «слайд-буріння»: бурильна колона не обертається, а подача на вибій здійснюється шляхом протягування труби при одночасній роботі вибійного двигуна. Для збільшення кута відхилювач орієнтується вгору (у напрямку набору), для зменшення — вниз. Після досягнення проєктного зенітного кута свердловина продовжується на похилій ділянці, де часто застосовується роторне буріння з центрованою компоновкою, що дозволяє збільшити механічну швидкість і зменшити ризик прихоплення. Якщо траєкторія передбачає горизонтальну ділянку (зенітний кут близько 90°), то на фінальному етапі виконується розгортання стовбура в межах продуктивного пласта. Цей етап є найбільш відповідальним, оскільки потребує точного дотримання заданого азимуту та глибини залягання пласта, яка може варіювати через структурні особливості геологічного розрізу. Тут застосовуються геонавігаційні технології, що інтегрують дані LWD (гамма-каротаж, опір, нейтронний каротаж) у тривимірну модель пласта. За сигналом від геофізичних датчиків на вибійній компоновці автоматично або за командою оператора коригують напрямок буріння, щоб утримувати стовбур у найбільш продуктивному інтервалі.

Успішне будівництво похило-скерованої свердловини неможливе без вирішення низки специфічних проблем. По-перше, це очищення стовбура від вибуреної породи (шламу) в умовах похилого каналу. Частинки шламу мають тенденцію осідати на нижній стінці, утворюючи «шламовий ковер», що може призвести до прихоплення бурильної колони або залишення інструменту. Для запобігання цьому використовують промивальні рідини з підвищеною в'язкістю та здатністю до суспендування (наприклад, полімерні або біополімерні системи), а також періодичне обертання колони та прокачування високов'язких «пачок» рідини. По-друге, це забезпечення якісного цементування обсадних колон у похилому стовбурі. Цементний розчин повинен мати низьке водовідділення, контрольовану втрату фільтрату та здатність до витіснення бурового розчину з вузьких кільцевих зазорів, особливо на верхній стінці. Застосовуються центратори, скребки, турбулізатори та обертання колони під час цементування для забезпечення суцільного каменю без каналів. По-третє, це проблема втомної міцності бурильних труб при багаторазових згинах під час проходження через криволінійні ділянки. Використання сталей високої пластичності та періодичний неруйнівний контроль труб є обов'язковою вимогою. Точність влучення в цільовий пласт оцінюється радіусом кола похибки (RCP), який залежить від сис-

теми вимірювання, довжини інтервалу та накопичення помилок. Найбільш точними є гіроскопічні системи орієнтування, що не залежать від магнітних аномалій, але вони дорогі та чутливі до вібрацій. Магнітні системи MWD, які використовують трикомпонентні магнітометри та акселерометри, є стандартом для більшості свердловин, проте потребують урахування магнітного схилення та впливу сусідніх обсадних колон. У Північному морі та на шельфі Норвегії поширеним є комбінування магнітних вимірювань з інерціальними навігаційними системами (INS), що дозволяє зменшити похибку до 0,1–0,2 м на кілометр глибини. Для особливо відповідальних проектів, наприклад при розтині тонких (менше 2 м) пластів, використовуються технології випереджаючого каротажу або електромагнітного тілеметричного зв'язку з підвищеною частотою оновлення даних.

Практичний досвід країн з розвиненою нафтогазовою індустрією, таких як Сполучені Штати (басейн Перміан), Канада (формація Дюверней), Норвегія (шельф Північного моря) та Об'єднані Арабські Емірати, показує, що оптимізація будівництва похило-скерованих свердловин дозволяє скоротити час на 15–25% порівняно з традиційними технологіями. Ключовими факторами успіху є якісне планування траєкторії з урахуванням реальних геологічних невизначеностей, використання надійних телеметричних систем із резервуванням каналів передачі даних, підбір промивальної рідини, що відповідає вимогам очищення та стабільності стінок стовбура, а також безперервний моніторинг параметрів буріння з можливістю оперативного коригування режиму. В Україні, де значні запаси вуглеводнів зосереджені у низькопроникних колекторах Дніпровсько-Донецької западини та на шельфі Чорного моря, впровадження сучасних методів спорудження похило-скерованих свердловин є одним із пріоритетів для підвищення коефіцієнта вилучення нафти та газу. Подальший розвиток технологій пов'язаний з автоматизацією процесу буріння (системи «closed-loop drilling»), використанням цифрових двійників для прогнозування поведінки бурильної колони, а також з удешевленням і мініатюризацією навігаційних приладів, що відкриває шлях до масового будівництва багатостовбурних та розгалужених свердловин з високою точністю влучення в цільові інтервали.

Перелік посилань

1. Ratov, B., Borash, A., Biletskiy, M., Khomenko, V., Koroviaka, Y., Gusmanova, A., Pashchenko, O., Rastsvietaiev, V., & Matyash O. (2023). Identifying the operating features of a device for creating implosion impact on the water bearing formation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(1 (125), 35–44.

2. Судаков А.К., Фем’як Я.М., Чудик І.І., Федик О.М., Щуцький В.І. Буріння свердловин на воду : навчальний посібник. – Дрогобич : «Посвіт», 2022. – 344 с.

3. Bayamirova, R., Sudakov, A., Togasheva, A., & Sarbopeyeva, M. (2024). Application of flow-diversion technologies to increase oil recovery at the Uzen field. In E3S Web of Conferences (Vol. 567, p. 01003). EDP Sciences

TECHNICAL DESIGN OF THE UNDERWATER GAS PIPELINE CROSSING (SEMENTSIVSKE FIELD)

Dnipro University of Technology

Tymofii Frolov, Student 185-22-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science,**
Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev

Submerged gas pipeline crossings ensure uninterrupted gas transportation across rivers, lakes, reservoirs, and other water obstacles [1, 2]. They are critical components of trunk gas pipeline systems, as their reliability and proper design determine the safety and efficiency of the entire pipeline network [3].

Submerged crossings are classified into trench-type, where the pipeline is laid in a pre-prepared trench on the bed of the water body; trenchless, including horizontal directional drilling (HDD) and microtunneling technologies; and combined methods, which integrate both approaches for different sections of the crossing [4]. The selection of a specific method is determined by the crossing length, water depth, geological conditions, and environmental constraints [5].

The Semenetske field is characterized by specific natural and technical conditions, including engineering-geological conditions (predominantly sandy-clayey soils with occasional rocky inclusions); hydrological conditions (variable river water levels and seasonal floods); climatic factors (temperature fluctuations and potential ice formation on the water body); and environmental constraints (the need to minimize construction impacts on the aquatic ecosystem). These factors must be taken into account during the development of the crossing design.

The reliability of a submerged crossing is determined by a combination of natural and technical factors, including hydrodynamic loads (water currents, wave action, and ice effects); geotechnical conditions (soil settlement, landslides, and bed erosion); mechanical factors (internal gas pressure and stresses caused by external loads); corrosion processes (external and internal pipeline corrosion); and technological factors (accuracy of installation, quality of welds, and protective coatings). A comprehensive assessment of these factors enables the selection of optimal materials, structural solutions, and installation methods.

Modern construction methods include: trench technologies (installation of the pipeline in a specially prepared trench, with the use of sand–gravel bedding for protection); trenchless HDD technologies (horizontal installation of the pipeline beneath the water body bed, minimal environmental impact, and application of advanced trajectory control systems and drilling fluids); combined solutions (used for sections with varying soil conditions or depths, allowing optimization of costs and construction time).

Submerged gas pipeline crossings are associated with several risks, including soil erosion and pipeline undermining; damage during installation and welding; corrosion-induced material degradation; seasonal and natural factors (floods, ice drift); and environmental constraints and regulatory requirements. To mitigate these risks, engineering protection measures and monitoring systems are implemented.

To improve the efficiency and reliability of the submerged crossing at the Semenetske field, the following measures are proposed: selection of an optimal installation technology (trench, HDD, or combined); use of high-strength and corrosion-resistant pipe materials; application of protective coatings and cathodic protection systems; development of pipeline condition monitoring systems; and optimization of the crossing trajectory and design parameters. An integrated approach ensures long-term durability and operational safety.

Submerged gas pipeline crossings are critically important elements of trunk gas transportation systems. Their reliability is determined by natural, mechanical, corrosion-related, and technological factors. Modern construction methods include trench, trenchless (HDD), and combined technologies. The improvement of engineering solutions at the design stage makes it possible to reduce risks, enhance reliability, and decrease operational costs.

References

1. Eum T. S., Shin E. T., Park J. P., Song C. G. Safety Assessment of Gas Pipelines Crossing River through Hydrodynamic Analysis. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 19, p. 9147. https://doi.org/10.3390/app14199147

2. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

3. Pavlovskyi S., Bugai V. Analysis of Technical Solutions for Ensuring the Safety of Pipeline Gas Transport at Large Industrial Facilities. Prospecting and Development of Oil and Gas Fields. 2025. Vol. 25, pp. 50–60. https://doi.org/10.63341/pdogf/1.2025.50

4. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

5. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

MODERN METHODS OF COMBATING ASPHALT RESIN PARAFFIN DEPOSITS AND THEIR EFFECTIVENESS

Dnipro University of Technology

Serhii Chenskyi, Student 185-23-2
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev**

Asphaltene–resin–paraffin deposits (ARPD) are formed during the transportation and storage of crude oil, particularly oils rich in paraffins and resins [1, 2]. Their formation leads to reduced pipeline throughput, increased hydraulic resistance, higher costs for heating and cleaning operations, and an elevated risk of equipment failure and shutdowns [3, 4]. ARPD represent one of the major challenges in pipeline operation, especially under low-temperature conditions or prolonged oil storage [5].

The main factors contributing to ARPD formation include: physicochemical properties of crude oil (high concentrations of paraffins and resins, presence of asphaltenes); temperature conditions (cooling of oil below the wax appearance temperature); hydraulic factors (reduced flow velocity, turbulence, and stagnant pipeline sections); and chemical interactions (coagulation of asphaltenes and paraffins, leading to the formation of crystals and deposits). Understanding the mechanisms of deposit formation enables the development of targeted mitigation strategies.

Methods for controlling ARPD can be classified into three main groups: mechanical methods (use of scrapers and abrasive cleaning techniques; application of hydrodynamic impacts to remove deposits; limitations include high labor intensity and potential pipeline damage); thermal methods (heating of oil within the pipeline; steam cleaning; limitations include high energy consumption); chemical methods (application of pour-point depressants, dispersants, and solvents for resins; use of deposition inhibitors; limitations include the need to control chemical compatibility with crude oil and pipeline materials).

Modern approaches involve the combined application of these methods to achieve higher efficiency.

Advanced technologies for improving ARPD mitigation include: intelligent monitoring systems (sensors for temperature, flow velocity, and paraffin content; automated injection of chemical reagents when deposition risk is detected); combined methods (integration of thermal treatment with chemical action; use of mechanical cleaning following chemical treatment); innovative chemical reagents (high-performance pour-point depressants; modified dispersants and resin inhibitors that reduce the frequency and thickness of deposits, thereby improving pipeline throughput).

The effectiveness of ARPD mitigation methods depends on several factors, including crude oil composition (paraffin and asphaltene content, viscosity); transportation temperature regime; hydraulic conditions (flow velocity, pump operation режим); pipeline characteristics (material, internal roughness, and section

length); and the selection and combination of applied methods (mechanical, thermal, and chemical). A comprehensive analysis of these factors enables the selection of optimal technologies for specific operating conditions.

Asphaltene–resin–paraffin deposits are one of the primary causes of reduced efficiency in oil pipeline operation. Mechanical, thermal, and chemical methods are used for their control, most often in combination. Modern technologies involve intelligent process control, innovative reagents, and integrated approaches to enhance effectiveness. The implementation of these methods improves pipeline throughput, reduces maintenance costs, and extends pipeline service life.

References

1. Matiev K., Alsafarova M., Valiyev F., Ganbarova J. Asphalt-Resin-Paraffin Deposits in the Processes of Oil Extraction, Transportation and Storage. 2024.

2. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

3. Ji Z., Feng Q., Li S., Li Z., Pan Y. Design of Novel Hydraulic Drive Cleaning Equipment for Well Maintenance. Processes. 2025. Vol. 13, No. 8, p. 2424. https://doi.org/10.3390/pr13082424

4. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

5. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

БУРІННЯ ДЕГАЗАЦІЙНИХ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ ШАХТИ ІМ. ГЕРОЇВ КОСМОСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Чередніков Святослав Віталійович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: ст. викладач Дмитрук О.О.**

На газових шахтах основним методом боротьби з метаном є дегазація. Від ефективності її роботи залежить не тільки кількість вугілля, що видобувається і каптованого метану, але, в першу чергу, безпека гірників.

У переважній більшості випадків вміст метану в суміші не відповідає «Вимогам до способів і схем дегазації» і керівництво шахти змушене відповідно до вимог встановлювати вогнеперепинювачі і отримувати дозвіл МакНДІ на транспортування вибухонебезпечної метаноповітряної суміші. Однак таке вирішення проблеми не сприяє якісному підвищенню ефективності дегазації і безпеки виробничої ситуації.

Низька концентрація метану в каптованій метано-повітряній суміші пояснюється, перш за все, великою величиною підсосів в гирла дегазаційних свердловин, внаслідок тріщинуватості порід покрівлі і наявності аеродинамічній зв'язку з виробленим простором. Крім цього має місце неякісна герметизація гирла підземних свердловин і підсосі повітря по довжині газопроводу через стики на з'єднаннях ділянок магістральних трубопроводів.

Останні два пункти можна усунути, використовуючи механічні герметизатори для герметизації гирла свердловин і якісну герметизацію на стиках газопровідної магістралі. Це дозволить значною мірою скоротити підсоси повітря в гирлах свердловин і практично усунути їх по довжині газопроводу, однак усунення системи тріщин, пов'язаних з виробленим простором і з виробками виїмкової дільниці є складно-здійсненним завданням, що вимагає проведення великого обсягу досліджень і всебічного вивчення.

Крім вищезгаданого дегазація покрівлі підземними свердловинами характеризується великими коливаннями концентрації метану в каптованій метаноповітряній суміші і відносно низькою середньою витратою метану. Остання обставина ставить під сумнів використання метану, видобутого підземними свердловинами, хоча і не заперечує доцільність застосування даного способу дегазації.

Дегазація виробленого простору шляхом ізольованого відводу метану дозволяє значною мірою зменшити газовиділення і підвищити навантаження на очисний вибій, однак цей спосіб не можна вважати оптимальним з точки зору утилізації видаляємого метану.

З огляду на недоліки існуючих на шахті способів дегазації і високу газоносність вугільних пластів і вміщуючих порід доцільно поряд з підземною використовувати дегазацію вертикальними свердловинами, пробурених з поверхні. що забезпечує зниження газоносності виїмкової дільниці і підвищення навантаження на очисний вибій. При подальшому вдосконаленні системи дегазації можлива утилізація шахтного метану, що істотно підвищить економічну ефек-

тивність застосування комплексної дегазації.

В Україні замість різьбових з'єднань бурових замків з трубами застосовують прогресивну і надійну конструкцію з привареними замками. Переваги її : виключається виготовлення трубного різьблення, зварювання є продуктивнішим, ніж нагвинчує замків з нагрівом, виключається заміна замків в польових умовах і так далі

Буріння дегазаційних свердловин, особливо їх горизонтальних ділянок, зажадало підвищення якості бурильних труб і їх з'єднань. Рекомендуються такі параметри бурильних труб:

1. При розробці бурильних труб з привареними замками необхідно проводити випробування на вигин до досягнення напруги вигину в зварному шві до 80% від межі плинності матеріалу труби.

2. В результаті випробувань зразки повинні набути первинної форми, що свідчить про те, що напруга в металі не досягла межі плинності і зразок не зруйнувався.

3. Термохімічне зміцнення профілю різьби азотуванням трохи поступається індукційній обробці і може застосовуватися при виготовленні бурових замків.

Перелік посилань

1. Korovyaka, Ye., Astakhov, V., & Manukyan, E. (2014). Perspectives of mine methane extraction in conditions of Donets'k gas-coal basin. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*, 311-316. https://doi.org/10.1201/b17547-54.

2. Koroviaka, E.A., Manukian, E.S., & Vasilenko, Ye.A. (2011). Perspektivy izvlecheniia shakhtnoho metana i eho utilizatsiia v usloviiakh shakhty Zapadno-Donbasskaia OAO Pavlohraduhol. Naukovyi visnyk NHU, 4, 39-43.

3. Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 294 с.

4. Оцінка газоносності метановугільних родовищ : підручник / Є.А. Коровяка, Л.Н. Ширін, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Журфонд, 2023. – 304 с.

5. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

6. Експлуатація бурового обладнання : навч. посіб. / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв, О.М. Федик, С.В. Калинович ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дрогобич : Посвіт, 2024. – 300 с.

7. Koroviaka, Ye., Pinka, J., Tymchenko, S., Rastsvietaiev, V., Astakhov, V., Dmytruk, O. (2020). Elaborating a scheme for mine methane capturing while developing coal gas seams. *Mining of Mineral Deposits, 14*(3), 21-27. https://doi.org/10.33271/mining14.03.021.

ДО ПИТАННЯ ПІДЗЕМНОГО ЗБЕРІГАННЯ ГАЗУ В УКРАЇНІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Черепанов Максим Володимирович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: ст. викладач Дмитрук О.О.**

Система газопостачання України є однією з найрозгалуженіших в Європі: траси магістральних газопроводів проходять через всі області України, що створило сприятливі умови для їх газифікації, переведення на газове паливо теплових електростанцій, металургії, машинобудування, харчової промисловості та промисловості будматеріалів, дозволило створити могутню хімічну промисловість на основі газової сировини.

Тому одним з найголовніших стратегічних завдань є підтримання на високому технічному рівні і подальше розширення газотранспортної системи України для забезпечення надійності поставок природного газу на європейський ринок та забезпечення власних споживачів.

Надійність роботи газотранспортної системи забезпечується мережею підземного зберігання газу, яка є невід'ємною технологічною ланкою єдиної системи газопостачання України, призначеною для забезпечення надійності її функціонування, безперебійності подачі газу внутрішнім споживачам та транзитних передач газу.

Підземне зберігання газу в Україні має два призначення: для внутрішніх споживачів та зовнішнього споживання. Навіть у разі неповного використання потужностей діючих підземних сховищ газу (ПСГ), надходження з них газу може забезпечити понад третину потреби внутрішнього споживання газу, а при відповідному накопиченні ресурсів надходження його з ПСГ може бути збільшено вдвічі.

При розгляді зовнішнього використання мережі ПСГ України треба відзначити в першу чергу унікальність сприятливих умов нашої країни для резервування запасів газу континентального значення, пов'язаних з географічним розташуванням.

Другою особливістю, сприятливою для функціонування мережі ПСГ європейського значення є наявність достатньої, практично необмеженої місткості підземних резервуарів газових (газоконденсатних), а із збільшенням потреби – і нафтових родовищ, в основному значно вироблених, що мають сприятливі умови для ПСГ (відносно невелика глибина залягання продуктивних пластів, їх високі геолого-фізичні параметри, достатня герметичність).

Зараз мережа ПЗГ України складається з 13 ПСГ, створених в пористих пластах (два - на базі водоносних структур і 11 - на базі вичерпаних газових родовищ). Загальна облаштована активна місткість її становить 34,5 млрд. $м^3$.

Для того, щоб створена потужна мережа підземного зберігання газу була надійною опорою газотранспортної системи, забезпечувала високу надійність її функціонування, необхідно шукати економічні шляхи піднесення її прибутковості, нагромадження засобів для підтримання в належному стані, по поліп-

шенню технічного стану та ефективності підземних сховищ газу, заміни фізично та морально застарілих газоперекачуючих агрегатів, їх системи автоматичного керування на сучасні, проведення реконструкції установок підготовки газу та інженерних мереж.

Перелік посилань

1. Korovyaka, Ye., Astakhov, V., & Manukyan, E. (2014). Perspectives of mine methane extraction in conditions of Donets'k gas-coal basin. *Progressive Technologies of Coal, Coalbed Methane, and Ores Mining*, 311-316. https://doi.org/10.1201/b17547-54.

2. Koroviaka, E.A., Manukian, E.S., & Vasilenko, Ye.A. (2011). Perspektivy izvlecheniia shakhtnoho metana i eho utilizatsiia v usloviiakh shakhty Zapadno-Donbasskaia OAO Pavlohraduhol. Naukovyi visnyk NHU, 4, 39-43.

3. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу : навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.

4. Зберігання та дистрибуція нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.Є. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 294 с.

5. Буріння свердловин: навч. посіб. / Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 294 с.

6. Оцінка газоносності метановугільних родовищ : підручник / Є.А. Коровяка, Л.Н. Ширін, В.О. Расцвєтаєв ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : Журфонд, 2023. – 304 с.

7. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

8. Експлуатація бурового обладнання : навч. посіб. / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв, О.М. Федик, С.В. Калинович ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дрогобич : Посвіт, 2024. – 300 с.

9. Koroviaka, Ye., Pinka, J., Tymchenko, S., Rastsvietaiev, V., Astakhov, V., Dmytruk, O. (2020). Elaborating a scheme for mine methane capturing while developing coal gas seams. *Mining of Mineral Deposits, 14*(3), 21-27. https://doi.org/10.33271/mining14.03.021.

УМОВИ РОБОТИ БУРИЛЬНИХ КОЛОН В НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИНАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Чорнобай Микола Олександрович, група 185-22-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доцент Хоменко В. Л.**

Умови роботи бурильних колон в нафтових і газових свердловинах є надзвичайно складними та багатофакторними, що зумовлює підвищені вимоги до їх конструкції, матеріалів та режимів експлуатації. Бурильна колона виконує одночасно кілька функцій: передає крутний момент від поверхневого обладнання до долота, забезпечує осьове навантаження, транспортує буровий розчин і бере участь у формуванні гідравлічного режиму свердловини. У реальних умовах вона працює під впливом значних механічних, термічних і корозійних навантажень, що часто мають змінний і непередбачуваний характер.

Глибина сучасних нафтових і газових свердловин може досягати кількох кілометрів, що призводить до значного збільшення власної ваги бурильної колони. У таких умовах виникають великі розтягувальні напруження у верхній частині колони, тоді як у нижній частині, особливо в зоні контакту з породою, можливе виникнення стискаючих напружень[1]. Це створює передумови для втрати стійкості, появи вигинів і навіть локального заклинювання. Крім того, при бурінні похило-скерованих та горизонтальних свердловин характер навантаження змінюється: виникають значні бічні сили, що викликають інтенсивне тертя об стінки свердловини та підвищений знос труб. На рисунку 1 представлено схему, що ілюструє будову бурильної колони та її положення в межах свердловини.

Розподіл навантажень уздовж бурильної колони є нерівномірним і залежить від глибини свердловини, ваги колони та умов буріння. Для ілюстрації характеру зміни основних типів напружень використано графічну залежність, наведену на рисунку 2. Червона крива відображає розтягуючі напруження, які досягають максимальних значень у верхній частині колони внаслідок дії власної ваги труб і поступово зменшуються з глибиною. Синя крива характеризує стискаючі напруження, що виникають переважно в нижній частині колони, особливо в зоні контакту з вибійним інструментом і стінками свердловини. Зелена крива відповідає крутильним напруженням, які формуються внаслідок передачі крутного моменту від поверхні до долота і мають відносно рівномірний розподіл уздовж колони, хоча можуть змінюватися через тертя та нерівномірність обертання.

Аналіз наведених залежностей свідчить про те, що найбільш навантаженими зонами бурильної колони є її верхня частина за розтягуючими напруженнями та нижня частина за стискаючими і контактними навантаженнями. Це необхідно враховувати при виборі конструкції колони, матеріалів та режимів буріння, оскільки саме в цих зонах найчастіше виникають пошкодження та аварійні ситуації.

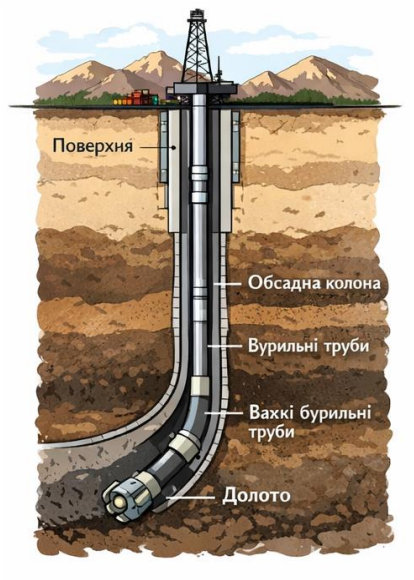


Рис. 1 Схема бурильної колони в нафтовій і газовій свердловині

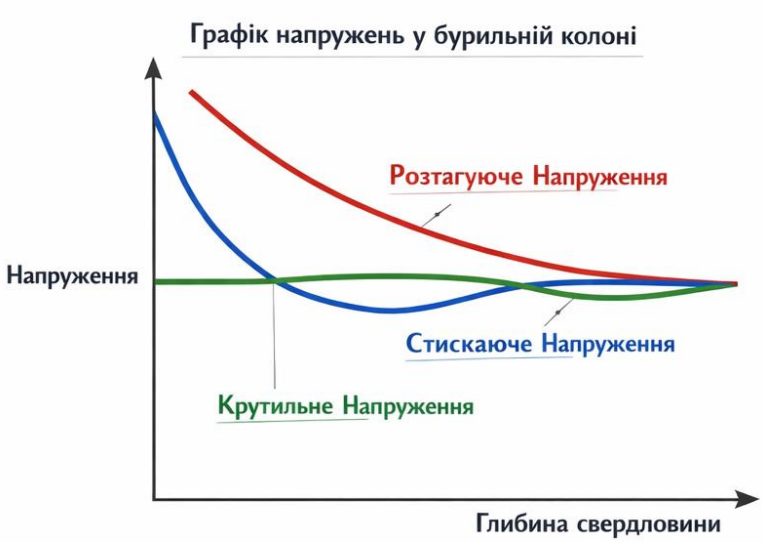


Рис. 2 Графік розподілу напружень у бурильній колоні залежно від глибини

Одним із ключових факторів, що впливають на роботу бурильної колони, є крутний момент і пов'язані з ним крутильні напруження. Передача обертання супроводжується нерівномірністю, особливо у випадках неоднорідних гірських порід або змінних умов контакту долота з вибоями. Це може призводити до явища stick-slip (прилипання та ковзання), коли колона періодично зупиняється і різко відновлює обертання. Такі коливання значно підвищують ризик руйнування інструменту та знижують ефективність буріння. У складних геологічних умовах це явище стає однією з головних причин аварій [2].

Важливу роль відіграє гідравлічний режим, який формується циркуляцією бурового розчину. Розчин виконує функції охолодження долота, винесення шламу на поверхню, створення протитиску на пласт і змащування бурильної колони. Проте він також є джерелом гідродинамічних навантажень. Потік рідини створює внутрішній тиск у трубах, який разом із зовнішнім гідростатичним тиском формує складний напружений стан. При високих швидкостях потоку можливе виникнення турбулентності, що спричиняє додаткові вібрації та ерозійний знос внутрішніх поверхонь труб.

Температурні умови також мають суттєвий вплив. Зі збільшенням глибини температура порід зростає, і в глибоких свердловинах вона може перевищувати 150–200 °C. Це призводить до зміни механічних властивостей матеріалів бурильної колони, зокрема зниження міцності та збільшення пластичності. Крім того, температурні деформації можуть викликати додаткові напруження, особливо при нерівномірному нагріванні або охолодженні різних ділянок колони.

Окрему проблему становить корозія, яка виникає внаслідок контакту з агресивними компонентами бурового розчину та пластових флюїдів. Сірководень, вуглекислий газ та інші хімічно активні речовини можуть спричиняти як рівномірну, так і локальну корозію, включаючи сульфідне розтріскування під напруженням. Це особливо небезпечно, оскільки такі дефекти можуть розвива-

тися непомітно і призводити до раптового руйнування елементів колони.

Динамічні навантаження є ще одним важливим аспектом. Під час буріння бурильна колона піддається різноманітним коливанням: осьовим, крутильним і поперечним. Джерелами цих коливань можуть бути нерівномірність роботи долота, гідродинамічні ефекти, контакт зі стінками свердловини та робота наземного обладнання. Резонансні явища, що виникають при збігу частот збудження та власних частот системи, можуть призводити до значного зростання амплітуди коливань і, як наслідок, до втомного руйнування металу.

Особливо складними є умови роботи в похило-скерованих і горизонтальних свердловинах. У таких випадках бурильна колона значною мірою лежить на стінках свердловини, що збільшує сили тертя і потребує застосування спеціальних мастильних добавок у буровому розчині. Крім того, виникає проблема транспортування шламу, оскільки гравітаційні сили перешкоджають його підйому. Це може призводити до накопичення вибуреної породи та утворення пробок, що ускладнює подальше буріння.

Не менш важливим є вплив геологічних умов. Різні типи порід мають різну міцність, абразивність і схильність до обвалення. У нестійких породах можливе обвалення стінок свердловини, що призводить до заклинювання бурильної колони. В абразивних породах спостерігається інтенсивний знос зовнішньої поверхні труб і замкових з’єднань. У пластах із високим пластовим тиском існує ризик газонафтових проявів, що вимагає точного контролю гідростатичного тиску бурового розчину.

Таким чином, умови роботи бурильних колон у нафтових і газових свердловинах є результатом взаємодії великої кількості факторів, включаючи механічні навантаження, гідродинамічні процеси, температурні впливи, корозійне середовище та геологічні особливості. Комплексний підхід до їх врахування, що включає вдосконалення конструкції, застосування сучасних матеріалів і використання інтелектуальних систем управління, є ключем до підвищення надійності та ефективності буріння. У подальшому розвиток технологій у цій галузі буде спрямований на створення адаптивних бурильних систем, здатних автоматично реагувати на зміну умов і мінімізувати ризики аварій, що особливо важливо в умовах зростаючої складності геологічних структур і збільшення глибин буріння.

Перелік посилань

1. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Kirin, R., Svitlychnyi, S., & Moskalenko, A. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012008

2. Pashchenko, O., Khomenko, V., Ishkov, V., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Shypunov, S. (2024). Protection of drilling equipment against vibrations during drilling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012004

EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF UNDERWATER CROSSINGS USING CURVED PIPES

Dnipro University of Technology

Vladyslav Chucha, Student 185-23sk-1
***Supervisor:* Candidate of Engineering Science,**
Associate Professor, Valerii Rastsvietaiev

Submerged crossings of trunk gas pipelines ensure the continuous transportation of gas across water obstacles such as rivers, lakes, and canals [1, 2]. The reliability and efficiency of constructing such crossings determine the operational safety of the entire pipeline system [3, 4].

The principal methods for constructing submerged crossings include: the trench method–installation of the pipeline in a prepared trench on the bed of the water body; the trenchless method–horizontal directional drilling (HDD) and microtunneling; and the combined method–integrating trench and trenchless approaches [5].

Pre-bent pipes represent an innovative technological solution that enables a reduction in the number of welded joints and accelerates the pipeline installation process in curved sections.

When pipelines are installed using standard straight pipes, several challenges arise: an increased number of welded joints, leading to a higher risk of leakage and corrosion; difficulties in installation along curved channel sections; significant labor and material costs; and extended construction time. These factors necessitate the adoption of technologies involving pre-bent pipes that are adapted to the crossing trajectory.

Pre-bent pipes are pipes that are manufactured with a predetermined curvature in accordance with the installation trajectory.

The advantages of their use include: a reduction in the number of welded joints (thereby improving tightness and reliability of the crossing); accelerated installation (resulting in reduced labor and technical costs); trajectory optimization (facilitating conformity to the natural bed profile); reduction of stresses in the pipes (eliminating local deformations at bending points); and increased durability (due to reduced mechanical and corrosion-related damage).

The effectiveness of implementing pre-bent pipes depends on several factors, including the accuracy of the design trajectory; material characteristics of the pipes (strength, ductility, and corrosion resistance); dimensions and bending radius; transportation and installation conditions; and interaction with soil and hydrodynamic loads. Proper design and control of these parameters enable the full realization of the advantages of this technology.

To enhance the efficiency of constructing submerged crossings using pre-bent pipes, the following measures are applied: computer modeling of the trajectory to accurately reproduce the bed profile; selection of optimal pipe materials, including high-strength and corrosion-resistant alloys; implementation of advanced installation

technologies (cranes, positioning, and control systems); quality control of bending (verification of bending radius, wall thickness, and mechanical properties); and the use of monitoring systems during operation to control stresses, deformations, and corrosion. The integrated application of these measures reduces costs, shortens construction time, and improves the reliability of submerged crossings.

The use of pre-bent pipes is an effective solution for constructing submerged crossings in curved channel sections. The main advantages of this technology include a reduction in welded joints, accelerated installation, and improved reliability. Its effectiveness depends on design accuracy, pipe properties, and installation conditions. The integrated implementation of this technology, along with modern equipment and monitoring systems, ensures increased durability and operational safety of trunk gas pipelines.

References

1. Eum T. S., Shin E. T., Park J. P., Song C. G. Safety Assessment of Gas Pipelines Crossing River through Hydrodynamic Analysis. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, No. 19, p. 9147. https://doi.org/10.3390/app14199147

2. Technology, Design, and Sustainable Applications of Horizontal Directional Drilling : monograph / O.A. Pashchenko, Ye.A. Koroviaka, V.L. Khomenko, V.O. Rastsvietaiev; Ministry of Education and Science of Ukraine, Dnipro University of Technology. – Dnipro : Zhurfond, 2026. – 252 p.

3. Phan H. C., Dhar A. S., Bui N. D. Reliability Assessment of Pipelines Crossing Strike-Slip Faults Considering Modeling Uncertainties Using ANN Models. Reliability Engineering & System Safety. 2023. Vol. 237, p. 109371. https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109371

4. Основи нафтогазової справи : підручник / Судаков А.К., Коровяка Є.А., Максимович О.В., Расцвєтаєв В.О., Дзюбик А.Р., Калюжна Т.М., Войтович А.А., Яворська В.В. ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Львів : Сполом, 2023. – 596 с.

5. Технологія прокладання трубопроводів методом горизонтально-направленого буріння : монографія / О.А. Пащенко, Є.А. Коровяка, В.Л. Хоменко, В.О. Расцвєтаєв; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Журфонд, 2026. – 150 с.

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ПІДВОДНОГО ПЕРЕХОДУ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ ЧЕРЕЗ РІЧКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Яременко Дем'ян Станіславович, група 185-22-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доцент Пащенко О.А.**

Капітальний ремонт підводного переходу магістрального газопроводу через річку є одним із найбільш технічно складних та відповідальних завдань у системі трубопровідного транспорту. Підводні ділянки газопроводів функціонують в умовах постійного гідродинамічного впливу, руслової ерозії, корозійної активності водного середовища та механічних навантажень, зумовлених судноплавством, льодоходом та переміщенням донних відкладів. Втрата цілісності ізоляційного покриття, корозія металу труби, виникнення вільних провисань або безпосередньо розрив можуть спричинити не лише значні економічні збитки через зупинку транспортування блакитного палива, але й катастрофічне забруднення водної екосистеми. Це зумовлює особливі вимоги до технологій та організації ремонтних робіт, які повинні забезпечувати довговічність, надійність та екологічну безпеку об'єкта після відновлення.

Процес капітального ремонту розпочинається з комплексного обстеження технічного стану переходу, що є основою для вибору оптимальної стратегії втручання. Відповідно до міжнародних стандартів, зокрема ISO 11295:2026, цей етап включає стратегічні та тактичні заходи: дослідження, оцінку стану існуючого трубопроводу та планування ремонту. На практиці застосовується поєднання методів внутрішньотрубної діагностики, зовнішнього неруйнівного контролю та гідрографічних досліджень. Для оцінки стану газопроводів, які часто є непрохідними для традиційних інспекційних пристроїв (інтелектуальних поршнів), дедалі ширше використовуються безконтактні технології, наприклад, магнітометричний контроль, що встановлюється на дистанційно керованих підводних апаратах (ROV). Цей метод дозволяє виявляти дефекти металу, зони корозії, провисання та геометричні відхилення без порушення режиму експлуатації. Комплексна ROV-діагностика включає також загальний та детальний візуальний огляд із використанням високороздільних камер, лазерне масштабування, гідролокаційне картографування дна для визначення профілю траншеї, вимірювання товщини стінки ультразвуком та оцінку ефективності катодного захисту. Особливу увагу приділяють виявленню зон локальних розмивів (вимоїн), які призводять до оголення труби та збільшення вільних прольотів, що підвищує ризик вібраційного руйнування. Сучасні системи моніторингу розмивів, засновані на температурному зондуванні, дозволяють у реальному часі фіксувати зміни глибини залягання труби та попереджати про критичні оголення, особливо під час повеней.

Вибір технології капітального ремонту визначається характером та ступенем виявлених дефектів, інженерно-геологічними умовами, глибиною водної перешкоди та вимогами екологічної безпеки. У випадках локального пошкодження ізоляції або неглибокої корозії металу можливе застосування підводних

ремонтних систем з використанням композитних обгорток. Прикладом є досвід шотландської газорозподільної компанії Scotia Gas Networks (SGN), яка зіткнулася з проблемою масового оголення газопроводів у річках через посилення руслової ерозії, спричиненої зміною клімату. Для захисту труб від механічних пошкоджень плаваючим сміттям було застосовано технологію нанесення під водою композитного бандажа з водно-активованою смолою. Водолази покривали оголену ділянку труби шестишаровою обгорткою, яка тверднула за лічені хвилини, утворюючи захисну оболонку завтовшки 6 мм. Цей метод виявився швидким, безпечним та схваленим Шотландським агентством з охорони навколишнього середовища, оскільки не спричиняв забруднення води.

При більш значних дефектах, таких як втрата несучої здатності стінки труби, заміна окремих ділянок із заглибленням, або повна реабілітація всього переходу, застосовуються бестраншейні технології. Найбільшого поширення в останні роки набули методи протягування нової полімерної труби всередині існуючого сталевого газопроводу (close-fit lining). Технологія egeLiner®, яка успішно використовується в Європі, зокрема в Празі для реабілітації газопроводу DN 500 поблизу берега річки Влтави, передбачає втягування в стару трубу попередньо складеної поліетиленової труби (PE 100-RC). Завдяки "ефекту пам'яті", після встановлення вона розправляється під дією стисненого повітря, щільно прилягаючи до внутрішньої стінки та відновлюючи проектний тиск. Цей метод дозволяє уникнути масштабних земляних робіт та значно зменшує вплив на довкілля, що є критичним при роботі в міських умовах. Аналогічні технології, такі як Primus Line®, що застосовуються для реабілітації напірних трубопроводів під річками, демонструють здатність проходити через численні повороти (до 45°) та ділянки довжиною до 2500 м, що робить їх незамінними для складних річкових переходів зі змінною трасою.

У випадках, коли стан існуючого переходу є критичним або вимагає збільшення пропускної здатності, застосовується метод прокладання нового трубопроводу в захисному футлярі за допомогою технологій спрямованого буріння (HDD) або Direct Pipe®. Ці методи, по суті, є будівництвом нового переходу з демонтажем старого, але вони нерозривно пов'язані з капітальним ремонтом, оскільки дозволяють замінити аварійну ділянку без розтину русла річки. Приклад успішного застосування цієї технології демонструє польська газотранспортна система GAZ-SYSTEM, яка виконала рекордний перехід під річкою Вісла довжиною 1 км для газопроводу Gardeja-Kolnik. Використання методу Direct Pipe з контролем траєкторії в реальному часі дозволило мінімізувати вплив на природне середовище, включаючи території Natura 2000. Вартість такої заміни часто є високою, однак у довгостроковій перспективі вона забезпечує найбільшу надійність та довговічність. Так, у Канаді для переходу через річку Ред у Вінніпезі заміна аварійної сталевої водопровідної магістралі новим будівництвом оцінювалася в 7-10 мільйонів доларів, тоді як бестраншейна реабілітація за допомогою гнучкої армованої труби (FFRP) обійшлася приблизно в 1,2 мільйона доларів, що склало лише 15% від вартості нового будівництва.

Окремим та надзвичайно важливим аспектом капітального ремонту є забезпечення довготривалого захисту газопроводу від корозії. Відповідно до ста-

ндарту ISO 21809-11:2019, для підземних та підводних трубопроводів обов'язковим є поєднання пасивного (ізоляційне покриття) та активного (електрохімічний захист) методів. Після ремонту нанесення нового ізоляційного покриття на оголені ділянки виконується з особливими вимогами до адгезії та механічної міцності. Система катодного захисту (протекторна або станційна) повинна бути відновлена та перевірена для забезпечення захисного потенціалу на всій протяжності переходу. У багатьох випадках ремонт підводного газопроводу вимагає додаткового баластування труби для запобігання її спливанню. Для цього застосовуються бетонні вантажі, чанкерне покриття або навішування бетонних матриць. Після завершення всіх робіт виконується укріплення дна кам'яною накидкою (ріпреп), габіонами або матрацами Рено для захисту від подальших розмивів.

Таким чином, капітальний ремонт підводного переходу магістрального газопроводу є багатоетапним процесом, успіх якого визначається якістю передремонтної діагностики, правильним вибором технології ремонту (від локального композитного бандажу до повної бестраншейної заміни) та суворим дотриманням вимог промислової та екологічної безпеки. Сучасний розвиток технологій, зокрема впровадження гнучких армованих полімерних рукавів (FFRP), систем дистанційного моніторингу розмивів (RSM) та роботизованих комплексів для підводного неруйнівного контролю, відкриває нові можливості для продовження ресурсу підводних газопроводів на десятиліття. Міжнародний досвід, накопичений у проєктах від Шотландії до Нігерії, свідчить, що пріоритетне застосування бестраншейних методів реабілітації є не лише економічно виправданим, але й найбільш екологічним підходом, який забезпечує надійне та безпечне транспортування газу без порушення крихкої екосистеми річок. Перспективи подальших досліджень вбачаються в розробці самовідновлювальних покриттів, інтеграції цифрових двійників для прогнозування руслових процесів та створенні гібридних систем захисту, що поєднують полімерні матеріали з активними інгібіторами корозії.

Перелік посилань

1. Ігнатов, А.О. (2022). Дослідження технологічних особливостей реалізації гідромеханічного способу буріння. Інструментальне матеріалознавство: Збірник наукових праць ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, (25), 53-65.

2. Ihnatov, A.O., Koroviaka, Y.A., Haddad, J., Tershak, B.A., Kaliuzhna, T.M., & Yavorska, V.V. (2022). Experimental and Theoretical Studies on the Operating Parameters of Hydromechanical Drilling. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, (1), 20-27.doi:10.33271/nvngu/2022-1/020

3. Bekeshova Z.B., Ratov B.T., Sudakov A.K., Kozhakhmet K.A., D.A.Sudakova (2024). Assessment of the oil and gas potential of the eastern edge of the northern Ustyurt using new geophysical data. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 5, 5-11. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-5/005

ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНО-БУДУВАННЯ

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛІ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лебеденко Сергій Олександрович, група 131м-24н-1
Науковий керівник: к.т.н., доц. Богданов Олександр Олександрович

Визначення оптимальних параметрів режимів різання при механічній обробці на верстатах з ЧПК – важлива задача сучасного машинобудування. Від правильного вибору подачі та глибини різання залежать продуктивність процесу, якість обробленої поверхні та стійкість різального інструменту. Дослідження впливу режимів різання на стійкість інструменту при механічній обробці має актуальне наукове та практичне значення.

Мета роботи – аналіз впливу подачі та глибини різання на стійкість різального інструменту при точінні деталі на верстаті з ЧПК.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі: проаналізувати зміну режимів різання між обраними переходами; встановити характер впливу подачі та глибини різання на стійкість інструменту; оцінити відносну зміну стійкості інструменту при зміні параметрів режиму різання.

Для дослідження обрано перші три технологічні переходи операції 010 «Токарна з ЧПК», що відповідають чорновому та чистовому точінню циліндричних поверхонь і характеризуються реальними виробничими режимами різання. Дослідження проводиться для умов токарної обробки деталі на верстаті HAAS ST-10Y із застосуванням різця ISCAR SDJCL 2525M-13-SL з пластиною DCMT 13T504-F3P-SL зі сплаву IC830 при обробці заготовки зі сталі 20Х.

Аналіз здійснюється для трьох перших переходів операції 010, які відрізняються значеннями подачі та глибини різання, що дозволяє дослідити їх вплив на стійкість інструменту без зміни типу інструмента та матеріалу заготовки.

Оцінка впливу параметрів режиму різання на стійкість інструменту проводиться на основі модифікованої формули Ф. У. Тейлора, яка широко застосовується для інженерних розрахунків [1, 2]:

$$T = \frac{C}{V^n \cdot S^m \cdot t^p},$$

де T – стійкість інструменту, хв; V – швидкість різання, м/хв; S – подача, мм/об; t – глибина різання, мм; C, n, m, p – коефіцієнти для пари «інструмент – матеріал».

У даній роботі формула використовується для аналізу відносної зміни стійкості інструменту при переході від одного режиму різання до іншого у вигляді [1, 3]:

$$\frac{T_i}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_i}\right)^n \cdot \left(\frac{S_1}{S_i}\right)^m \cdot \left(\frac{t_1}{t_i}\right)^p$$

Базовим прийнято режим першого переходу: V_1 = 82,4 м/хв.; S_1 = 0,34 мм/об; t_1 = 1,7 мм.

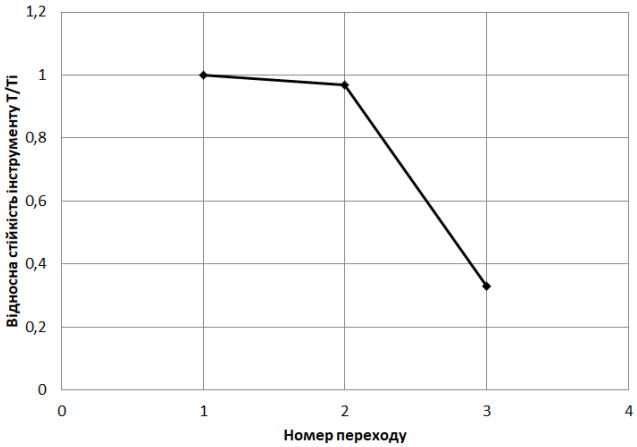


Рис. 1 Залежність відносної стійкості інструменту за переходами

На основі проведеного аналізу встановлено:

1) Зміна параметрів режиму різання між досліджуваними переходами істотно впливає на умови зношування різального інструменту та величину його стійкості.

2) Вплив подачі та глибини різання на стійкість інструменту має взаємокомпенсуючий характер: зменшення подачі сприяє зниженню сил різання, тоді як збільшення глибини різання призводить до зростання силового навантаження на різальну кромку, що в сукупності визначає загальний рівень інтенсивності зношування.

3) Швидкість різання є найбільш вагомим фактором, що визначає стійкість різального інструменту. При збільшенні швидкості різання з 82,4 до 140,7 м/хв відносна стійкість інструменту зменшується приблизно до 0,33, тобто більш ніж у три рази.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їх використання для коригування режимів різання з метою забезпечення раціонального співвідношення між продуктивністю процесу та стійкістю різального інструменту.

Перелік посилань

1. Грабченко А.І., Узунян М.Д., Зубкова Н.В. Розрахунок найвигідніших режимів різання при точінні: навч. посіб. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 52 с.

2. Булига Ю.В., Веселовська Н.Р., Міськов В.П. Теорія різання. Розрахунок режимів різання: практикум. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 67 с.

3. Д’яченко Ю., Воронько І., Воронько В. Методика розрахунку режиму різання для токарної обробки на верстатах із ЧПК // Grail of Science. – 2023. – №24. – С. 380-388.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АНАЛОГОВИХ ТА ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ ПРИ КОНТРОЛІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Зарецький Ростислав Андрійович, група 131м-24н-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Богданов Олександр Олександрович**

Точність виготовлення деталей є одним із ключових чинників якості машинобудівної продукції. Контроль геометричних параметрів деталей у виробничих умовах традиційно здійснювався за допомогою аналогових вимірювальних інструментів – мікрометрів, штангенциркулів, калібрів-скоб. Однак впровадження цифрових засобів вимірювання докорінно змінило підходи до метрологічного забезпечення технологічних процесів. Виникає актуальне питання: чи завжди цифровий інструмент є кращим за аналоговий, і які проблеми виникають при їх практичному застосуванні?

Метою роботи є порівняльний аналіз аналогових і цифрових засобів вимірювання з точки зору похибок, зручності використання, умов застосування та придатності для різних виробничих задач. Для досягнення мети вирішувались такі завдання: систематизація типових похибок вимірювань; аналіз факторів, що впливають на достовірність результатів; порівняння метрологічних характеристик обох типів інструментів.

Основні результати

Аналогові інструменти (штангенциркуль, мікрометр, калібр-скоба) мають ряд переваг: не потребують живлення, стійкі до вібрацій та електромагнітних завад, мають просту конструкцію і тривалий ресурс. Проте їм притаманна суттєва суб'єктивна похибка – при зчитуванні показань за шкалою різні оператори можуть отримати відмінні результати. За даними досліджень, при вимірюванні деталей класу точності IT7 суб'єктивна похибка штангенциркуля може досягати 0,05-0,10 мм, що є неприйнятним для відповідальних з’єднань.

Цифрові вимірювальні інструменти усувають суб’єктивну складову похибки завдяки автоматичному відображенню результату. Разом з тим вони вносять нові проблеми: залежність від стану акумулятора, чутливість до температурних коливань, вразливість до пилу та охолоджувальних рідин у цеховому середовищі. Встановлено, що при різких змінах температури на 10°C цифровий мікрометр може давати похибку до 3 мкм без переналагодження.

Окремої уваги заслуговують калібри-скоби як граничні інструменти. На відміну від вимірювальних приладів, вони не визначають числове значення розміру, а лише фіксують факт відповідності допуску – «придатна / непридатна». Це робить їх надзвичайно продуктивним інструментом масового контролю, однак зношення прохідної сторони калібру без своєчасного метрологічного обслуговування призводить до пропуску бракованих деталей. Дослідження показують, що після 500-700 циклів вимірювання сталевих деталей зношення прохідної сторони може сягати допустимої межі.

Порівняльні характеристики засобів вимірювання наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння засобів вимірювання

Критерій	Аналоговий інструмент	Цифровий інструмент
Суб'єктивна похибка	Присутня (до 0,1 мм)	Відсутня
Залежність від живлення	Немає	Висока
Стійкість до середовища	Висока	Середня
Продуктивність контролю	Середня	Висока
Документування результатів	Ручне	Автоматичне
Вартість обслуговування	Низька	Середня, висока

Висновки

Проведений аналіз показує, що вибір засобу вимірювання має визначатись конкретними умовами виробництва, а не принципом «цифрове завжди краще». Аналогові інструменти залишаються незамінними в умовах агресивного середовища та при виконанні разових вимірювань. Цифрові засоби доцільні при серійному виробництві, необхідності документування та статистичного аналізу результатів. Калібри-скоби зберігають актуальність у масовому виробництві за умови суворого дотримання графіків метрологічного обслуговування.

Перспективним напрямом є впровадження комбінованих систем – граничний контроль калібром з автоматичною реєстрацією результатів та прогнозуванням зносу інструменту на основі алгоритмів машинного навчання, що відповідає концепції Industry 4.0.

Перелік посилань

1. ДСТУ ISO 1938-1:2018. Геометричні характеристики виробів (GPS). Граничні калібри. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2018. – 32 с.

2. Кузнецов М. М. Метрологія, стандартизація та сертифікація: підручник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 312 с.

3. Цвіркун Л.О., Омельченко О.В. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: навч. посіб. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2022. – 117 с.

4. Schwartz M. Measurement Uncertainty Analysis: Digital vs Analog Instruments // Journal of Quality Engineering. – 2022. – Vol. 34, № 2. – P. 45–58.

ОЦІНКА ВПЛИВУ НІКЕЛЬ-ФОСФОРНОГО ПОКРИТТЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ушакова Анастасія Євгенівна, група ПМХм-25н-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Козечко Вікторія Анатоліївна**
к.т.н., доц. Богданов Олександр Олександрович

В сучасному машинобудівному виробництві й надалі широко застосовуються металорізальні інструменти з швидкорізальних сталей, зокрема свердла різних діаметрів, зенкери, розгортки, кінцеві та дискові фрези. Такі інструменти використовуються як при безпосередній установці на металорізальні верстати, так і в складі інструментальних наладок багатопозиційного обладнання та оброблювальних центрів. Порівняно з імпортними аналогами вони відзначаються нижчою вартістю та більшою доступністю для різних типів виробництв, включаючи ремонтні.

Водночас під час обробки хромонікелевих сталей і сплавів інструменти зі швидкорізальних сталей характеризуються недостатньою стійкістю, що призводить до зниження продуктивності процесу різання та негативно впливає на собівартість виготовлення деталей. У зв'язку з цим значна частина машинобудівних підприємств змушена звертатися до закупівлі інструменту іноземного виробництва.

З огляду на зростаючу потребу сучасного виробництва в економічно доступному інструменті з підвищеною зносостійкістю при обробці важкооброблюваних матеріалів, актуальним є створення ефективного технологічного підходу до підвищення стійкості інструментів зі швидкорізальних сталей. При цьому важливо, щоб реалізація такого підходу не спричиняла суттєвого зростання витрат на обробку та не призводила до значних змін геометричних параметрів інструменту.

Методика дослідження

Розроблено технологію підвищення стійкості спіральних свердел зі швидкорізальної сталі, що передбачає нанесення на їх робочу поверхню нікель-фосфорного покриття з подальшою об'ємною термічною обробкою в муфельній печі типу МП-1 при температурі 400 °С протягом 1 години з охолодженням разом із піччю. Альтернативно застосовувалося подальше лазерне опромінення на технологічних установках «Квант-18» та «ГОС-30М» із тривалістю імпульсу $5 \cdot 10^{-3}$ с, щільністю потужності випромінювання 200 МВт/м^2 і ступенем дефокусування променя 4 мм.

Товщина сформованого покриття становила $(5…40) \cdot 10^{-3}$ мм. Контроль товщини здійснювали за допомогою багатофункціонального приладу, а також непрямим методом – за інтенсивністю рефлексів на дифрактограмах, отриманих на рентгенівському дифрактометрі «ДРОН-3М», із попередньою калібровкою шляхом встановлення залежності «товщина покриття – час нанесення».

Порівняльну оцінку стійкості спіральних свердел зі швидкорізальної сталі Р6М5 діаметром 14 мм здійснювали під час свердління суцільного матеріалу

сталі 12Х18Н9Т на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2Н150 без застосування охолодження.

Результати досліджень

На рисунку 1 представлено гістограму показників стійкості досліджуваних свердел, аналіз якої свідчить, що нанесення нікель-фосфорного покриття на робочу частину спіральних свердел у поєднанні з подальшою лазерною обробкою забезпечує майже дворазове підвищення їх експлуатаційної стійкості при обробці досліджуваних матеріалів.

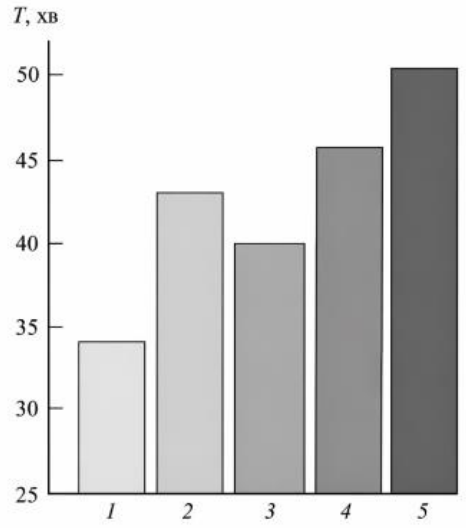


Рис. 1 Гістограма значень стійкості свердел Т при свердлінні сталі: без покриття (1), зміцнені лазерною обробкою (2), з електролітичним нікель-фосфорним покриттям (3), з нікель-фосфорним покриттям і об'ємною термічною обробкою (4), з лазерною обробкою нікель-фосфорного покриття (5)

Проведений комплексний металографічний і рентгеноструктурний аналіз нікель-фосфорного покриття на швидкорізальній сталі Р6М5 показав, що до лазерного впливу покриття характеризується дрібнодисперсною структурою, яка на дифрактограмах проявляється у вигляді дифузного гало (рис. 2, крива 1). Після лазерної обробки за щільності потужності випромінювання q = 100 МВт/м² на цьому фоні формуються виразні рефлекси, що відповідають кристалічним фазам Ni_3P та Ni_5P_4.

Лазерна обробка нікель-фосфорного покриття забезпечує підвищення якості електролітичних шарів за рахунок зростання їх адгезійної міцності до основи, поліпшення морфології поверхні, а також сприяє підвищенню твердості покриття до рівня 8…10 ГПа. Це зумовлено формуванням значної кількості дисперсних фаз типу Ni_3P і Ni_5P_4 (рис. 2, крива 2).

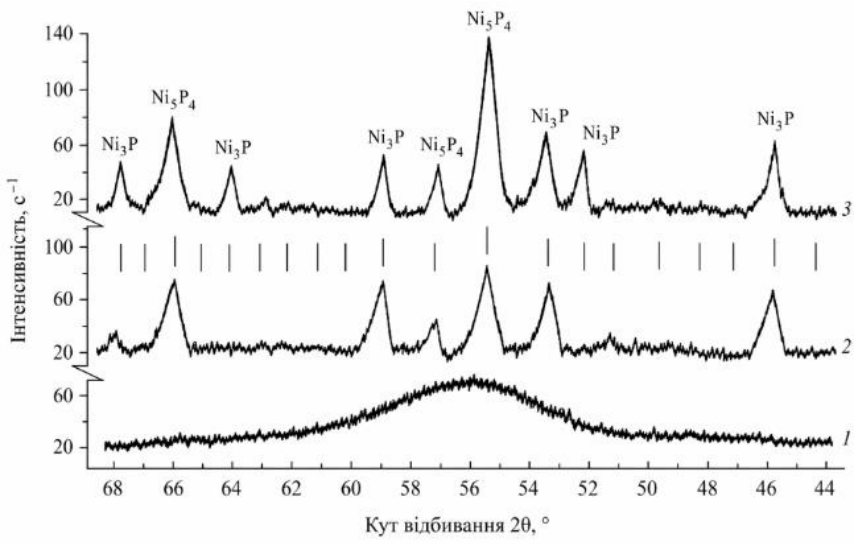


Рис. 2 Фрагменти дифрактограми нікель-фосфорного покриття на швидкорізальній сталі Р6М5: 1 - без термічної обробки; 2 - після лазерної обробки при q = 100 МВт/м^2; 3 - після об'ємної термічної обробки при 400 °С протягом 20 хв.

Висновки

Нанесення нікель-фосфорного покриття на робочі поверхні інструментів зі швидкорізальної сталі з подальшою лазерною обробкою є ефективним технологічним рішенням, що забезпечує істотне підвищення їх зносостійкості при відносно незначних виробничих витратах. Такий підхід сприяє не лише збільшенню ресурсу інструменту, але й покращенню експлуатаційних характеристик поверхневого шару оброблюваних деталей, зокрема зменшенню шорсткості, стабілізації структури та зниженню ймовірності утворення дефектів у зоні різання.

Перелік посилань

1. Мельник О. М., Коваленко І. В. Сучасні методи зміцнення поверхонь інструментів у машинобудуванні : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2022. - 256 с.

2. Гончарук В. В., Сидоренко Ю. П. Підвищення довговічності металорізального інструменту шляхом нанесення функціональних покриттів. Вісник машинобудування. 2023. № 2. С. 45-52.

ПОСАДКИ ВАЛЬНИЦЬ КОЧЕННЯ З ЦИРКУЛЯЦІЙНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ЗОВНІШНЬОГО КІЛЬЦЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Каплій Ілля Олександрович, група 131-24-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Рубан Владислав Миколайович**

Вальниці кочення [1] – найбільш розповсюджені стандартні одиниці, які виготовляються на спеціалізованих підприємствах. Вони характеризуються повною зовнішньою взаємозамінністю за приєднувальними поверхнями (зовнішнім та внутрішнім діаметрами, шириною вальниці) та не мають геометричної взаємозамінності між тілами кочення та кільцями. Застосовують вальниці у механізмах з різним навантаженням і різними швидкостями обертання – від ненавантажених вимірювальних до значно навантажених транспортних засобів.

Під час роботи вальниці завжди якесь з його кілець обертається, а інше залишається нерухомим. Многолітня практика використання вальниць встановила, що з'єднання кільця підшипника з валом, чи корпусом, що обертаються, повинно бути з натягом, а іншого, нерухомого, кільця – з зазором.

Значення допусків посадкових поверхонь вальниць кочення стандартизоване залежно від класів точності (рис.1).

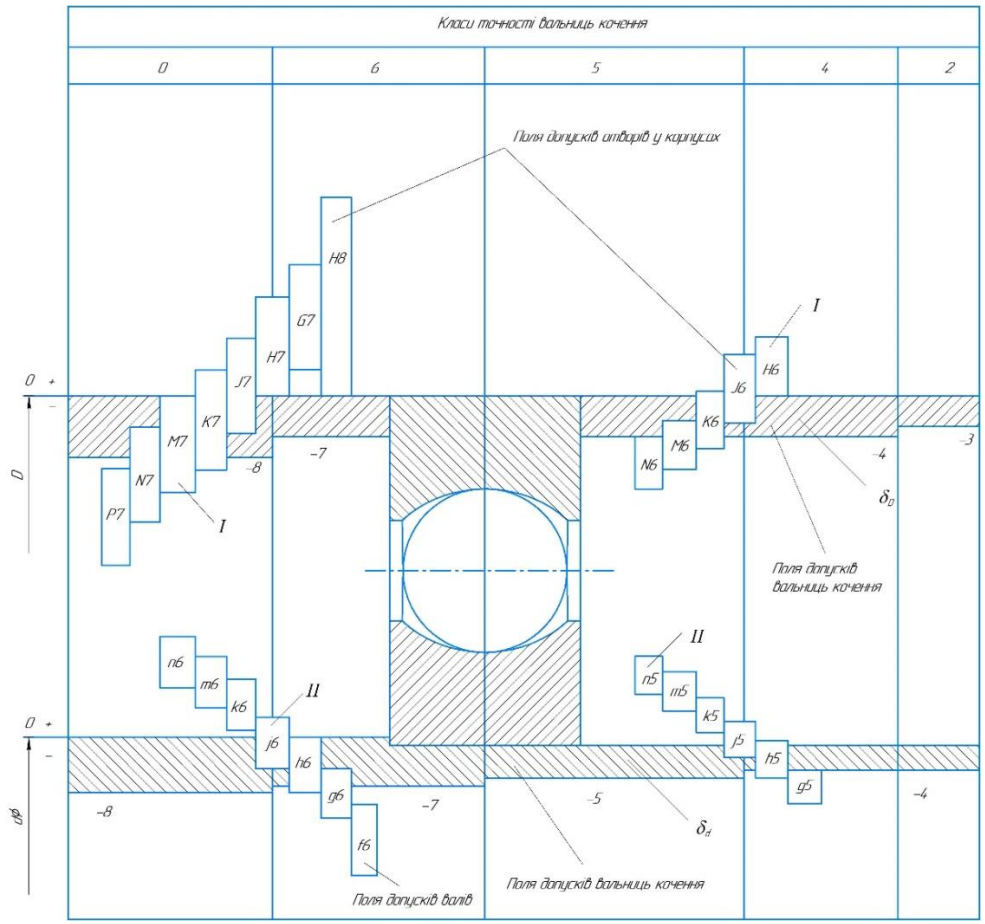


Рис. 1 Посадки вальниць кочення

У вузлах вальниць кочення зазвичай обертається вал, але є ситуації, коли обертається саме корпус (разом із зовнішнім кільцем вальниці).

Типові випадки: 1. Обертові барабани (барабанні сушарки, бетономішалки) вал фіксований, корпус (барабан) обертається; 2. Колеса транспорту (маточина колеса обертається навколо нерухомої осі); 3. Ролики та конвеєри (ролик обертається навколо нерухомої осі); 4. Поворотні механізми (платформи, крани) [2].

У всіх наведених випадках зовнішнє кільце вальниці кочення обертається відносно навантаження, в корпусі потрібен натяг, внутрішнє кільце нерухоме (на валу) зазвичай посадка з зазором або перехідна.

Для посадки вальниць кочення на вал і в корпус враховують не тільки величину навантаження на підшипник, але й його вид.

При циркуляційному навантаженні кілець вальниць кочення обираємо посадки за інтенсивністю радіального навантаження P_r на посадкову поверхню:

$$P_r = \frac{F_r}{b} k_1 k_2 k_3, \tag{1}$$

де P_r - інтенсивність навантаження з'єднання, Н/мм; k_1 - динамічний коефіцієнт посадки; k_2 – коефіцієнт, що враховує ступінь послаблення посадкового натягу; k_3 - коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження; b – ширина робочої частини поверхні вальниці кочення $b=B-2r$, B – ширина вальниці кочення, r - радіус фасок біля торців вальниці кочення.

При циркуляційному навантаженні зовнішнього кільця найменший натяг при установки вальниці кочення у сталевий корпус [3]:

$$N_{\min} = \frac{12RK}{b\left(1 - \frac{D_0^2}{D^2}\right)}, \tag{2}$$

де D – зовнішній діаметр вальниці кочення; D_0 - приведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця $\frac{D_0}{D} = (3D + d)/4D$; K – коефіцієнт послаблення натягу у тонкостінному корпусі

$$K = \frac{1 - \left(\frac{D \cdot D_0}{D_к \cdot D}\right)^2}{1 - \left(\frac{D}{D_к}\right)^2} = \frac{1 - \left(\frac{D_0}{D_к}\right)^2}{1 - \left(\frac{D}{D_к}\right)^2},$$

де D_k - зовнішній діаметр корпусу; D_0 - приведений внутрішній діаметр зовнішнього кільця; для масивного корпусу $D_k \to \infty$, $K=1$.

Посадку, обрану для циркуляційного навантаження кільця, належить перевірити на наявність посадкового зазору S_n між доріжками кочення кілець і тілами кочення.

$$S_n = S_{поч.} - \Delta d_1 (\Delta D_1), \tag{3}$$

де $S_{поч.}$ - середній початковий радіальний зазор, який дорівнює полусумі стандартних граничних початкових зазорів.

$S_{поч.} = 0,5(S_{\max поч.} + S_{\min поч.})$; де Δd_1, ΔD_1 - діаметральна деформація доріжки кочення циркуляційно навантаженого кільця внутрішнього або зовнішнього, відповідно, після його посадки на вал або в корпус:

$$\Delta d_1 = \frac{N_д d}{d_0};\ \Delta D_1 = \frac{N_д D_0}{D},$$

де $N_д$ - дійсний натяг, який визначається як частина найбільшого граничного натягу N_{max}:

$N_д = 0,85N_{\max}$, $d_o = d + \frac{(D-d)}{4} = \frac{3d+D}{4}$ - приведений зовнішній діаметр внутрішнього кільця; $D_o = D - \frac{D-d}{4} = \frac{3D-d}{4}$ - приведений зовнішній діаметр внутрішнього кільця (рис. 2).

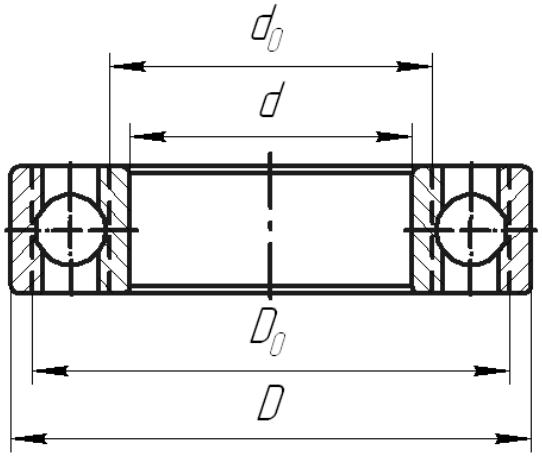


Рис. 2 До визначення характеристик вальниці кочення

Від правильного вибору посадок вальниць кочення залежить рівномірний розподіл навантаження між тілами кочення, ресурс вальниць кочення, працездатність вузла і машини в цілому.

Перелік посилань

1. ДСТУ ISO 15:2017 Вальниці кочення. Радіальні вальниці. Габаритні розміри, загальний вигляд (ISO 15:2017, IDT).

2. Бондарєв В.С., Дубинець О.І., Колісник М.П., Бондарєв С.В., Горбатенко Ю.П. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин. Підручник: – К.:Вища шк., 2009. – 734 с.

3. Похилько Л.К. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / Л.К. Похилько, І.В. Добров, А.В. Сьомічев, В.М. Рубан. - Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011.- 228 с.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГІДРОЦИЛІНДРА ПІД СТАТИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ягодін Микола Юрійович, група 131-24-1
***Науковий керівник:* PhD, асистент Некрасов Валерій Євгенович**

Методи керованого механічного впливу на кісткову тканину займають важливе місце в сучасній реконструктивній ортопедії та травматології. Кісткова тканина здатна до активної регенерації у відповідь на дозоване навантаження за умови стабільності та контрольованої швидкості переміщення фрагментів. На цьому принципі ґрунтується метод дистракційного остеогенезу, ефективний при лікуванні дефектів, укорочень і деформацій кісток [1, 2].

Ключовим фактором є точне керування зусиллям і переміщенням упродовж лікування: надмірне або нестабільне навантаження порушує формування регенерату, недостатнє – уповільнює зрощування [3]. Тому виконавчі механізми мають забезпечувати високу повторюваність, плавність руху та надійність.

Гідроциліндри є перспективними силовими елементами завдяки здатності створювати значні зусилля при малих габаритах і точно регулювати навантаження через тиск робочої рідини. Водночас їх застосування пов’язане з вимогами до герметичності, відсутності повітря в системі та стабільності характеристик, оскільки навіть незначні витоки чи стискання рідини можуть спричиняти неконтрольовані зміни зусилля [4, 5].

Актуальним є експериментальне дослідження гідроциліндрів для оцінки їх герметичності, поведінки під навантаженням і виявлення конструктивних обмежень [5].

Об’єктом досліджень є титановий гідроциліндр довжиною 145 мм у закритому стані та 225 мм у висунутому. Його геометричні параметри: зовнішній діаметр – 12 мм, внутрішній – 8 мм, діаметр штоку – 5 мм. Гідроциліндр оснащений зворотним клапаном, що запобігає витоку робочої рідини; для його відкриття необхідний тиск 4 кПа (рис. 1).

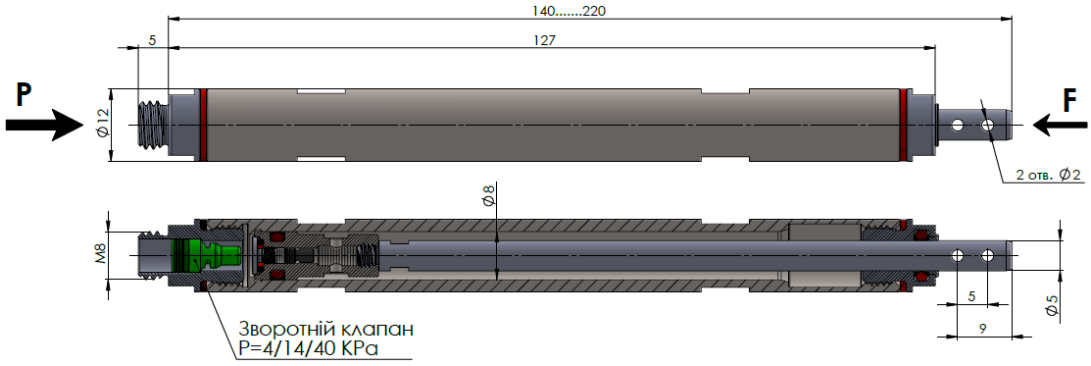


Рис. 1 Будова гідроциліндра

Титан і його сплави широко застосовуються в ортопедичних імплантах завдяки біосумісності, корозійній стійкості та здатності до осеоінтеграції. Ок-

сидний шар забезпечує хімічну інертність у біологічному середовищі, а модуль пружності, близький до кісткової тканини, зменшує ефект екранування напружень [6, 7].

Випробування проводилися на навчальному гідравлічному стенді FESTO. Дослідний гідроциліндр встановлено навпроти гідроциліндра FESTO з параметрами 16/10/200 мм (рис. 2) та заповнено водою. Навантаження створюється гідравлічним обладнанням стенда.



Рис. 2 Встановлення гідроциліндра на стенд FESTO
для проведення випробувань

Оскільки під час випробувань навантаження безпосередньо в кг не фіксується, воно визначається через тиск у гідроциліндрі з використанням базових залежностей гідравліки:

$$P = \frac{F}{S},$$

де P – тиск [Па]; F – сила (навантаження) [Н], щоб перевести в кілограми потрібно поділити на g = 9,81 [м/с^2]; S – площа перетину внутрішньої камери гідроциліндра [м^2].

За результатами проведення циклу випробувань, були отримані показники, які приведені у таблиці 1.

Проведені випробування в діапазоні 10-60 бар (1-6 МПа) показали, що максимальне досягнуте навантаження становить близько 31 кг, у зв’язку з чим отримати розрахункові 50 кг на наявному обладнанні неможливо через обмеження за тиском. Дослідний гідроциліндр не забезпечив належної герметичності, що підтверджується змінами положення штоку (L0, L1, табл. 1).

До навантаження приблизно 25,6 кг спостерігається стискання робочої рідини, що свідчить про наявність повітря в системі, після чого починається витік через зворотний клапан.

Таблиця 1 – Результати випробувань

№	4 кПа				
	P1, МПа	F, кг	L0, мм	L1, мм	P2, МПа
1	1,6	8,2	72,53	72,53	3,2
2	2,6	13,3	72,53	71,56	5,2
3	3	15,3	71,68	71,46	6
4	4	20,5	71,31	71,1	8
5	5	25,6	71	7,84	10
6	6	30,7	71,05	70,56	12

Випробування на висування штоку не були проведені через відсутність відповідного обладнання, зокрема насоса високого тиску. Для забезпечення коректної подачі та дозування робочої рідини доцільним є використання насоса високого тиску та системи точного керування подачею. Подальші дослідження сили висування потребують удосконалення конструкції шляхом встановлення додаткових елементів, таких як штуцер і запірний кран.

Перелік посилань

1. Ilizarov G.A. The Tension-Stress Effect on the Genesis and Growth of Tissues. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1989.

2. Aronson J. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method. Journal of Bone and Joint Surgery, 1997.

3. Frost H.M. Bone’s mechanostat: a 2003 update. The Anatomical Record, 2003.

4. McKibbin B. The biology of fracture healing in long bones. Journal of Bone and Joint Surgery, 1978.

5. ISO 14708 / ISO 10993 - стандарти безпеки та надійності медичних механічних систем.

6. Brånemark P.I. Osseointegration and its experimental background. Journal of Prosthetic Dentistry.

7. Elias C.N. et al. Biomedical applications of titanium and its alloys. JOM, 2008.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ АЕРОАКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОФІЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Золотаренко Сергій Анатолійович, група 131А-24-10
***Науковий керівник:* д.,т.,н., професор Алексєєнко Сергій Вікторович**

Сучасні дослідження в галузі аеродинаміки та аероакустики спрямовані на підвищення ефективності й зниження шумових характеристик елементів літальних апаратів і вітроенергетичних установок. Важливу роль у цьому відіграють експериментальні дослідження в аеродинамічних трубах із безлунними камерами, а також чисельні методи оптимізації профілів. Узагальнення цих підходів дозволяє оцінити сучасний стан досліджень, їхні можливості та обмеження.

У роботі [0] наведено ґрунтовний аналіз гібридної безлунної аеродинамічної труби UTIAS, з акцентом на її конструкційні особливості та режими експлуатації. Показано, що установка формує однорідний потік із дуже низьким рівнем турбулентності, співставним із відкритими аеродинамічними трубами. Безлунна камера забезпечує ефективне приглушення шуму з частотою зрізу приблизно 160 Гц, що створює належні умови для проведення широкого спектра аероакустичних досліджень. Продемонстровано універсальність установки на прикладі досліджень профілю NACA0012, конфігурації 30P30N та моделей із кінцевим розмахом. Рівень загального звукового тиску (OASPL) відповідає показникам провідних світових аналогів, що підтверджує її конкурентоспроможність.

У праці [0] описано експериментальну установку, розгорнуту в безлунній секції труби Stability Wind Tunnel Політехнічного інституту Вірджинії. Робоча частина розміром 1,83×1,83×7,3 м дозволяє інтегрувати стенд з акустично прозорими стінками, через які звукові хвилі передаються до суміжних безлунних камер із вимірювальною апаратурою. Об’єктом дослідження був профіль NACA0012, змонтований вертикально в стінці, із трьома варіантами відносної довжини (L/C = 1, 2, 3) при хорді 0,4 м. Кут атаки змінювали обертанням навколо чвертьхорди; швидкість потоку становила 30-60 м/с ($Rec = 7{,}9\times10^{6}$). Вимірювання виконували за допомогою фазованої мікрофонної решітки AVEC, розташованої на висоті 0,93 м. Сигнали проходили попередню обробку, оцифровувалися ($fs = 51\ 200$ Гц) та аналізувалися методом FFT із подальшим поділом на одна-дванадцятиоктавні смуги; застосовувалися процедури усунення стороннього шуму. Безлунні камери облицьовано пірамідальними поглиначами висотою 0,61 м і заповнено пористим матеріалом для зниження відбиттів вище приблизно 140 Гц. Геометрію масиву та його положення підбирали з урахуванням частотного діапазону й мінімізації зовнішніх шумів.

У статті [0] запропоновано метод багатокритеріальної оптимізації профілів ротора на основі RANS-моделювання та проведено експериментальну валідацію отриманих результатів. Базовий профіль CRA09-A було модифіковано до

варіанта CRA09-B із покращеними характеристиками. Обидва профілі випробувано у високошвидкісній трубі S3MA ONERA з використанням стаціонарних методик. Для врахування впливу стінок застосовано однопараметричний метод корекції за лінійним розподілом тиску. Отримані результати підтверджують надійність підходу та демонструють перевагу профілю CRA09-B за максимальним коефіцієнтом підйомної сили та аеродинамічною якістю.

У роботі [4] наведено опис експериментальної бази для отримання полів тиску з подальшою обробкою. Досліджувалися профілі YA-21 і YA-30 із відносною товщиною 21% і 30% відповідно. Моделі мали хорду 0,35 м і розмах 1,0 м; на їх поверхні розміщено 44 і 48 вимірювальних отворів, орієнтованих по діагоналі під кутом 20° вздовж хорди для підвищення просторової роздільності. Експерименти проводилися у тунелі з перерізом 3,0×1,5×3,0 м; для зменшення впливу кінцевих ефектів застосовано торцеві пластини у вигляді напівкруглих щитів радіусом 0,7 м. Модель встановлювали на поворотній платформі з приводом, що забезпечував точне регулювання кута атаки. Швидкість потоку, що набігає, вимірювали датчиками, розташованими перед моделлю з урахуванням мінімізації впливу примежового шару. Дані реєстрували системою DTC Initium із частотою 333 Гц протягом 30 с для кожного режиму. Дослідження охоплювали числа Рейнольдса $3{,}2\times10^5$, $5{,}0\times10^5$ і $7{,}6\times10^5$, а також серії з додатковими елементами на задній крайці. Для врахування впливу стінок застосовано метод дзеркальних відображень і відповідні корекції коефіцієнтів тиску; за максимального кута атаки 25° ефект блокування досягав приблизно 4,93%.

Попри значний обсяг отриманих результатів, у проаналізованих роботах залишається низка невирішених питань. Насамперед, недостатньо досліджено масштабованість отриманих аероакустичних характеристик: результати, отримані в конкретних аеродинамічних трубах, не завжди коректно екстраполюються на реальні умови експлуатації, зокрема для великомасштабних роторів або складних конфігурацій. Обмеженим також залишається розуміння впливу тривимірних ефектів, нестаціонарних режимів і турбулентних структур на генерацію шуму, оскільки більшість експериментів виконано в умовах стаціонарного або квазістаціонарного потоку. Крім того, питання взаємодії між аеродинамічними та аероакустичними характеристиками оптимізованих профілів розглядається фрагментарно: оптимізація часто орієнтована на підвищення аеродинамічної ефективності без повноцінного врахування шумових критеріїв. Недостатньо висвітлено й вплив конструктивних особливостей експериментальних установок (наприклад, стінок труби, акустичних покриттів, геометрії тестової секції) на результати вимірювань, що ускладнює їхнє міжлабораторне порівняння.

Зазначені питання залишаються невирішеними з низки об’єктивних і суб’єктивних причин. До об’єктивних належать технічні обмеження експериментальних установок, зокрема складність відтворення реальних атмосферних умов, обмеження за розмірами моделей і швидкостями потоку, а також висока вартість створення та експлуатації безлунних камер і високоточних вимірювальних систем. Додатково, моделювання складних турбулентних і аероакустичних процесів (наприклад, у рамках RANS-підходів) має обмежену точність, що ускладнює узгодження чисельних і експериментальних результатів. До

суб'єктивних причин можна віднести орієнтацію окремих досліджень на вирішення вузьких прикладних задач, що звужує спектр аналізованих параметрів, а також відсутність уніфікованих методик експерименту та обробки даних. Це призводить до фрагментарності отриманих результатів і ускладнює формування узагальнених висновків щодо аероакустичних характеристик профілів і установок.

Перелік посилань

1. Design and characterization of the university of Toronto hybrid anechoic wind tunnel / M. K. Okoronkwo et al. Applied acoustics. 2025. Vol. 228. P. 110294. URL: https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.110294 (date of access: 28.04.2026).

2. Wall-Mounted finite airfoil noise production and prediction / D. J. Moreau et al. 21st AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference, Dallas, TX. Reston, Virginia, 2015. URL: https://doi.org/10.2514/6.2015-2831 (date of access: 28.04.2026).

3.Rotor airfoil aerodynamic design method and wind tunnel test verification / W. Zhang et al. Chinese journal of aeronautics. 2020. Vol. 33, no. 8. P. 2123–2132. URL: https://doi.org/10.1016/j.cja.2020.03.013 (date of access: 28.04.2026).

4. Research on data assimilation for turbulence model constants via airfoil wind tunnel experiments / J. Yang et al. Theoretical and applied mechanics letters. 2025. P. 100639. URL: https://doi.org/10.1016/j.taml.2025.100639 (date of access: 28.04.2026).

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ ОБРОБКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ВИРОБІВ З ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ягодін Микола Юрійович, група 131-24-1
***Науковий керівник:* аспірант Носов Роман Олегович**

Сучасний розвиток машинобудування супроводжується постійним ускладненням конструкцій виробів та підвищенням вимог до їх експлуатаційних характеристик, таких як точність, надійність, довговічність і стійкість до екстремальних умов роботи. Особливо це стосується виробів, що застосовуються в авіаційній, енергетичній, оборонній та космічній галузях, де широко використовуються складнопрофільні деталі з важкооброблюваних конструкційних матеріалів. До таких матеріалів належать титанові та нікелеві сплави, жароміцні та нержавіючі сталі, а також сучасні композиційні матеріали [1].

Важкооброблювані матеріали характеризуються сукупністю фізико-механічних властивостей, що суттєво ускладнюють процес їх механічної обробки. Зокрема, висока міцність і твердість у поєднанні з низькою теплопровідністю призводять до концентрації теплових потоків у зоні різання. Це викликає інтенсивний знос різального інструменту, підвищення температури контакту та погіршення якості обробленої поверхні [2].

Для узагальнення властивостей основних важкооброблюваних матеріалів та їх впливу на процес різання наведено таблицю 1.

Таблиця 1 – Характеристики важкооброблюваних матеріалів та особливості їх обробки

Матеріал	Межа міцності, МПа	Твердість, HRC	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Основні проблеми при обробці
Титанові сплави (Ti-6Al-4V)	900–1100	30–36	6–7	Низька теплопровідність, перегрів нструменту, адгезійний знос
Нержавіючі сталі	600–900	20–35	14–16	Налипання стружки, висока пластичність, вібрації
Жароміцні сталі	800–1200	30–40	12–18	Зниження стійкості інструменту, термічні деформації

Згідно з даними наведеними у таблиці, ключовими факторами, що визначають складність обробки, є поєднання високої міцності, низької теплопровідності та схильності матеріалу до зміцнення в процесі деформації. Особливу

складність становить обробка складнопрофільних виробів, які характеризуються наявністю криволінійних поверхонь, внутрішніх каналів, змінної товщини стінок та тонкостінних елементів. Такі конструктивні особливості знижують жорсткість заготовки та сприяють виникненню деформацій під дією сил різання. У процесі фрезерування або точіння це призводить до відхилень форми, появи вібрацій та нестабільності технологічного процесу [3].

Однією з ключових проблем при обробці важкооброблюваних матеріалів є інтенсивний знос інструменту в умовах підвищених температур і контактних напружень відбувається швидке руйнування різальної кромки, що призводить до погіршення точності обробки та збільшення шорсткості поверхні.

Важливим аспектом є також формування якості поверхневого шару. У процесі різання виникає зміцнений шар, що ускладнює подальшу обробку та впливає на експлуатаційні характеристики деталі. Наявність залишкових напружень, мікротріщин і структурних змін може призвести до зниження втомної міцності виробів [4].

Для підвищення ефективності обробки складнопрофільних виробів застосовуються сучасні технологічні рішення: використання багатокоординатних верстатів з ЧПК, впровадження високостійких інструментальних матеріалів, застосування ефективних мастильно-охолоджувальних середовищ та оптимізація режимів різання. Перспективним напрямом є також використання цифрових технологій моделювання та гібридних методів виробництва, що поєднують адитивні та субтрактивні процеси [5].

Таким чином, обробка складнопрофільних виробів з важкооброблюваних матеріалів є складним технологічним процесом, що потребує комплексного підходу до вибору обладнання, інструменту та режимів обробки. Подальший розвиток цього напряму пов’язаний із впровадженням інтелектуальних виробничих систем, цифрових двійників та адаптивних технологій керування.

Перелік посилань

1. Jawahir I. S., Brinksmeier E., M’Saoubi R. Surface integrity in machining of hardened steels. Journal of Manufacturing Processes, 2020.

2. Fernández-Abia A. et al. Tool wear and surface integrity characteristics in machining of superalloys. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2021.

3. Zhang Y. et al. Research progress in machining technology of aerospace thin-walled components. Journal of Manufacturing Processes, 2024.

4. Gao Y., Zhao X., Sun J. On Manufacturing Process of Guided Rocket Fairing. J. Phys.: Conf. Ser., 2023.

5. Xia W., Liu X., Yue C. Deformation prediction and control of side milling of thin-walled parts based on digital twin model. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2025.

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ, ЕНЕРГОМЕХАНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ТА ГІРНИЧОРУДНА ІНЖЕНЕРІЯ

INCREASING THE TRACTIVE CAPABILITY OF MINE ELECTRIC LOCOMOTIVES

Dnipro University of Technology

Bondar.S.O. student of group 184-23D-8.
Scientific advisor: **PhD, Associate Professor Yehorchenko R.R.**

At present, there are three methods of transmitting tractive and braking force for all self-propelled transport machines: by engagement, by friction, and by means of a magnetic field. For mine electric locomotives, the main method of tractive force transmission is rolling friction, which has certain drawbacks. Due to the presence of water–dust films on the rails, the transmitted tractive force decreases sharply, which limits the use of locomotive transport mainly to almost horizontal mine workings. To increase wheel–rail adhesion, wheel lining with rubber or Vulkollan is used; however, these materials are unable to withstand high normal loads. The use of a magnetic field for transmitting tractive force by machines is a fairly new direction and promises significant advantages in the future.

The aim of the work is to increase the efficiency of mine locomotive haulage by using magnetic forces.

Known designs of devices for improving the tractive and braking characteristics of electric locomotives by means of magnetic or electromagnetic effects are described in [1]. An analysis of these designs allows the conclusion that, despite some increase in tractive force, no significant effect was observed, since the main source of traction transmission remains the wheel–rail contact. Therefore, this work proposes replacing this contact with another one—between a tracked propulsion unit and the rails.

The mine electric locomotive (Fig. 1) comprises a frame 1, wheelsets 2 located on the rail track 3 and connected via gearboxes 12 to traction electric motors 13, and a tracked propulsion unit consisting of interconnected track links 6, which can be driven by drive sprockets 4, 5 from the motors 13 through the gearboxes 12. The track links 6 contain electromagnets 7 connected to a power source 9 via a switch 10, conductors 11, and a contact rail 8. Cylinders 14 are used for raising and lowering the tracked propulsion unit.

The mine electric locomotive includes a frame 1, wheelsets 2 arranged on the rail track 3 and connected via gearboxes 12 to traction electric motors 13, and a tracked propulsion unit made up of interconnected track links 6, which can be driven by drive sprockets 4, 5 from the motors 13 through the gearboxes 12. The track links 6 contain electromagnets 7 connected to a power source 9 via a switch 10, conductors 11, and a contact rail 8.

Cylinders 14 are provided for raising and lowering the tracked propulsion unit.

The mine electric locomotive operates as follows.

Tractive forces from the traction electric motors 13 are transmitted through the gearboxes 12 to the wheelsets 3, and the locomotive starts moving along a horizontal

section of the mine working. At the beginning of an inclined section of the rail track with a gradient exceeding 50‰, the tracked propulsion unit consisting of track links 6 is lowered onto the rail track 3 by means of, for example, hydraulic or pneumatic cylinders 14, while the drive sprockets 4, 5 receive rotational motion from the traction motors 13 through the gearboxes 12.

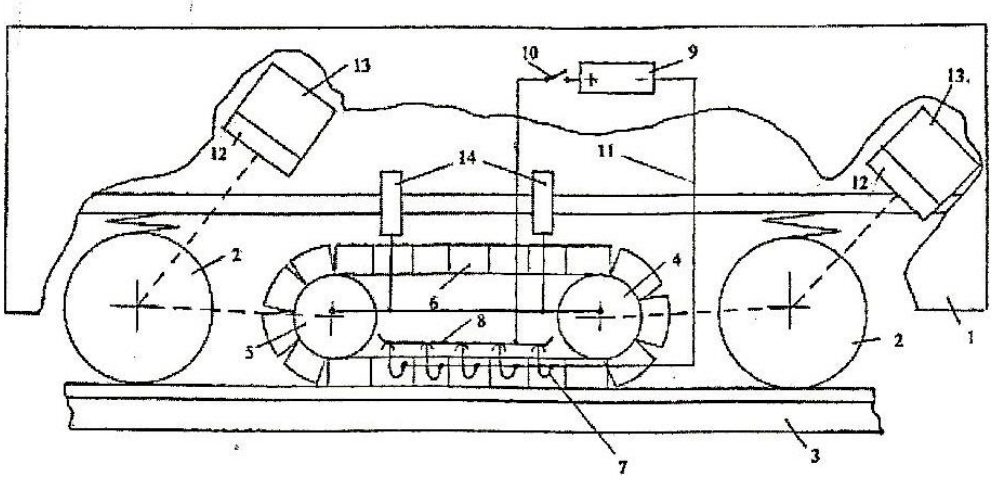


Fig. 1. Schematic diagram of a mine electric locomotive

At the same time, power is supplied to the electromagnets 7 from the source 9 via the switch 10, conductors 11, and the contact rail 8. The power source may be a rechargeable battery or a contact power supply network. The length of the contact rail 8 is chosen to be shorter than the center-to-center distance between the drive sprockets 4 and 5, which ensures that the power supply to the electromagnets 7 is switched off before they detach from the rail track 3.

When the locomotive moves onto a horizontal section of the rail track with a gradient of less than 50‰, the electromagnets 7 are de-energized by the switch 10, the tracked propulsion unit is raised by the cylinders 14, and the transmission of rotational motion to it from the traction motors 13 through the gearboxes 12 is stopped.

The introduction of a closed-loop tracked propulsion unit consisting of track links into the locomotive design makes it possible to obtain additional tractive force and, as a result, increase haulage productivity.

Equipping the track links with electromagnets makes it possible to use electromagnetic interaction between them and the rail track to increase adhesion force, while their timely de-energization allows a significant reduction in drive power and energy consumption. As a result, productivity, durability, and operational safety are improved.

References

1. Magnetic Brake [Text]: U.S. Patent No. 4,719,861. IPC B61C 7/04; B61C 15/04; B61C 15/10, published on November 10, 1988.

2. Mine Electric Locomotive [Text]: Patent of Ukraine for Invention No. 113008. IPC B61C 15/00, B61D 11/00, E21F 13/00, B61C 3/00 / O. V. Denyshchenko, S. Ye. Bartashevskyi, L. I. Bartashevska, I. V. Kozina; applicant and patent holder: National Mining University. – Application No. a201413491; filed December 15, 2014; published November 25, 2016; Bulletin No. 22.

APTATION OF EXISTING AUXILIARY TRANSPORT MEANS IN DEVELOPMENT DISTRICT WORKINGS FOR THE INSTALLATION OF MINING EQUIPMENT

Dnipro University of Technology

Bazir O.V. student of group 184-23-8
Scientific advisor: **Ph.D., Assistant Professor Herasymenko A.O.**

Under the conditions of intensified mining operations in Ukrainian coal mines from 2015 to 2021, the number of active mechanized longwalls decreased nearly threefold. While the use of modern, high-performance mining equipment has significantly boosted efficiency, it has also highlighted critical problems regarding the timely preparation of new extraction pillars.

The timely preparation of the mining front depends on several factors, including:

The organization of assembly and disassembly operations, the parameters of transport and technological schemes used to deliver equipment to assembly chambers through long development workings.

This is particularly relevant for the Western Donbas region, where auxiliary transport operates under conditions of intensive floor heave and significant water influx.

The aim of this work is to justify rational parameters for auxiliary transport schemes in development workings and adapt them to real mine environments and safety regulations during intensified equipment assembly.

Analysis of advanced practices suggests that transporting heavy-duty powered support sections from a decommissioned area to a new assembly chamber is best achieved using auxiliary transport that matches the actual mine conditions. Based on established recommendations, a non-traditional transport scheme is proposed.

Calculations and research programs have been developed to adapt these schemes to real conditions. Several technical limiting factors were identified:

Locomotive Transport: Large loads are exerted on the rail tracks and the water-saturated soil of the development workings.

Suspended Monorails: The primary constraint is the additional load on the arch supports of the in-seam workings.

To address these, studies on the "Mining Work-Rolling Stock" interaction system are necessary. Initial findings indicate that the interaction is determined by:

- Dynamic loads on rail joints and the speed of the train.
- Changes in the track profile caused by intensive floor heave.
- Vertical and horizontal oscillations of suspended monorails and their dynamic impact on the roof arches and surrounding rock.

References

1. Borzykh A.F., et al. (2008). Assembly and disassembly of mechanized mining complexes in coal mines. Donetsk: Nord-Press.

2. Shyrin L.N., Herasymenko A.O. (2021). Improving the efficiency of assembly and disassembly operations in highly loaded faces. *Ukrainian School of Mining Engineering*, Berdyansk.

3. Patent No. 100607 (Ukraine). Method for developing flat coal seams. Shyrin L.N., et al..

4. Shyrin L.N., et al. (2014). Increasing the efficiency of monorail roads in preparing coal reserves. Dnipro: NTU.

5. Research Report GP-367. Scientific justification of productivity for high-technical level transport schemes. Shyrin L.N. (Supervisor), 2006.

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREDICTING THE TECHNICAL CONDITION OF QUARRY EQUIPMENT: SYSTEM ANALYSIS AND PROSPECTS

Dnipro University of Technology

Bondarenko.Se.Y., student 184-23D-10; Danylchenko A.A., student GR-25-7.
Scientific advisor: **PhD, Associate Professor Yehorchenko R.R.**

The modern stage of mining industry development is characterized by the transition to the *"Smart Quarry"* concept, which involves extensive implementation of digital technologies, autonomous systems, and artificial intelligence (AI) to enhance the efficiency of production processes. The increasing operational intensity of quarry machinery, growing equipment loads, and the complexity of mining and geological conditions necessitate the adoption of intelligent systems for diagnostics and prediction of equipment technical condition.

A systematic analysis of quarry machinery fleets reveals a high degree of technological interdependence within transport–production chains, where the failure of a single unit (such as an excavator, haul truck, or drilling rig) can cause a complete shutdown of the production cycle. Under such conditions, traditional scheduled maintenance strategies become insufficient. Consequently, the implementation of Predictive Maintenance technologies based on machine learning methods, which enable early prediction of equipment failures, becomes critically important.

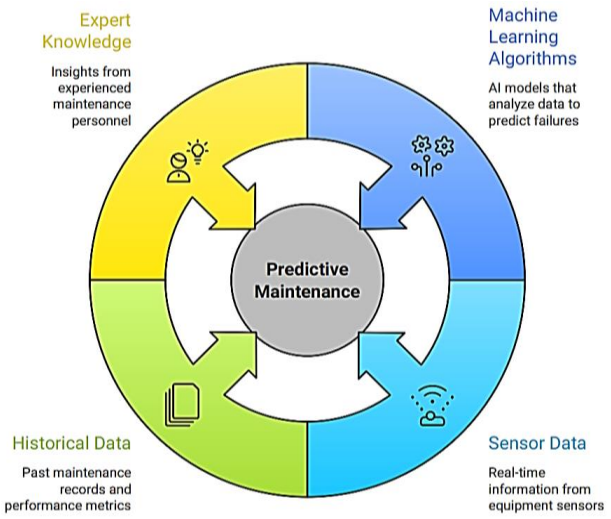


Fig. 1. Structural model of an AI-based predictive maintenance system for quarry equipment.

One of the key tools in intelligent prognostics is the Digital Twin technology, which reproduces the real-time operational dynamics of machines. The application of neural networks and anomaly detection algorithms enables highly accurate identification of subtle defects that are invisible to traditional inspection methods. Models for assessing Remaining Useful Life (RUL) provide the capability to predict component failure moments and optimize maintenance schedules.

The functional architecture of such systems is based on multi-level acquisition of telemetry data using a network of IoT sensors that record vibration, temperature, pressure, load, and the condition of working fluids. Intelligent modules for vibration analysis and thermography allow early identification of latent defects and prevent the development of critical failures in transmissions, hydraulic systems, and power units. Integration of multi-source data streams into a unified analytical platform transforms *Big Data* into a strategic resource for supporting managerial decision-making.

Practical experience from leading mining companies demonstrates that the implementation of AI-based maintenance systems delivers significant economic benefits: reduction of unplanned repair costs, increased equipment availability, optimization of spare parts inventories, and decreased downtime. Additionally, monitoring algorithms for fuel and hydraulic systems contribute to reducing harmful emissions and improving the environmental performance of mining operations.

The environmental protection system can be applied across a wide range of mining activities, ensuring a significant reduction in anthropogenic pressure on the environment. Primarily, it is effective in minimizing dust and gas emissions generated during the transportation of mined rock, operation of heavy vehicles, and functioning of technological equipment. The integration of atmospheric air-quality monitoring enables rapid responses to parameter deviations and facilitates timely adjustments to technological regimes.

An important application area involves water resource management, including the treatment of surface and drainage waters, as well as monitoring contamination by heavy metals, petroleum products, and suspended solids. In open-pit mines, the system ensures early detection of secondary pollution risks and supports the optimization of dewatering and water-removal systems.

Another significant direction is soil protection and prevention of landscape degradation. The implementation of the system supports the control of erosion processes, the restoration of disturbed lands, and the execution of reclamation activities. Additionally, it can be effectively used for monitoring biological systems, particularly in assessing the impact of noise, vibration, and chemical loads on flora and fauna.

Overall, the complex of environmental protection measures plays a crucial role in enhancing the ecological resilience of quarry transport systems by supporting the adoption of low-carbon technologies, optimizing equipment operation, and reducing the overall anthropogenic impact on the environment.

However, large-scale integration of artificial intelligence is accompanied by challenges related to the quality of input data, sensor robustness under noise, cybersecurity risks, and a shortage of qualified specialists capable of interpreting outputs from neural network models. These issues require further research and comprehensive solutions, including the development of advanced signal-processing algorithms, increased reliability of sensor systems, and modernization of engineering education programs.

In summary, the systematic implementation of artificial intelligence is a key driver of mining industry modernization. Intelligent systems for predicting equipment technical condition form the foundation for achieving higher levels of automation,

minimizing accident risks, improving resource efficiency, and ensuring sustainable development of mining enterprises. Future advancements in such technologies include integration of AI into corporate ERP systems, deployment of autonomous haulage fleets, enhancement of digital twin models, and progress toward fully self-operating production complexes.

References:

1. Bondarenko, V. I. (2018). Fundamentals of Mining Production. Kyiv: Tekhnika.

2. Kravets, V. H. (2017). Open-Pit Mining. Dnipro: National Mining University (NMU).

3. Kuzmenko, O. M. (2019). Mining Machines and Transport. Dnipro: National Technical University “Dnipro Polytechnic”.

4. Fedorenko, P. O. (2020). Transport Systems of Mining Enterprises. Kharkiv: O. M. Beketov National University of Urban Economy. [salto-youth.net]

5. Shyrin, L. N., Pryhunov, O. S., & Denyshchenko, O. V. (2013). Quarry Transport Complexes: Textbook. Dnipro: National Mining University.

PORTPROSPECTS FOR THE APPLICATION OF A COMBINED SUSPENSION SCHEME FOR MONORAIL TRACK

Dnipro University of Technology

Bochko S.O. student of group 184-23-8
Scientific advisor: **Ph.D., Assistant Professor Herasymenko A.O.**

The utilization of suspended monorail roads as a primary transport means during the development of mineral deposits significantly accelerates the pace of driving in-seam district workings. However, under traditional schemes where the monorail track is attached to arch supports, intense rock deformations substantially alter the operational conditions and technical state of the transport equipment.

Studies have established the following:

- Transporting heavy loads over a deformed monorail track generates dynamic loads.
- These loads provoke failures in the arch supports and cause roof rock collapses.
- Traditional technological schemes for auxiliary transport are highly vulnerable to changes in the mine environment.
- There is an urgent need for innovative technical solutions to improve technical status and adaptability, especially when preparing new extraction pillars and performing assembly/disassembly operations.

The necessity of these improvements is driven by the requirement to transport heavy cargo to assembly chambers and the low adaptability of existing ground-based rail transport in specific mining conditions.

Currently, suspended diesel monorail locomotives are considered one of the most promising transport types in the industry. Their performance indicators must be determined based on the interaction of elements within the "Suspended monorail road – mine support – rock mass" system.

Mine-based research into these interactions has revealed:

- Dynamic loads occurring at sections with alternating track profiles and at monorail beam joints are the primary causes of deformation in the roof beams of supporting arches and the surrounding rock.
- These technical disruptions negatively impact the transportation process and the overall throughput capacity of transport workings.

To address these issues, a combined suspension scheme for the monorail track is proposed. This involves simultaneous attachment to second-level anchors and the roof beams of the arch supports.

Key Benefits and Technical Data:

- Load Distribution: This scheme ensures a more uniform distribution of dynamic loads, reducing stress intensity in critical zones.
- Simulation Results: Modeling in *SolidWorks Simulation* showed that the strength limit of second-level anchors (240 MPa) is reached when transporting

loads exceeding 14 tons. This helps define the boundary conditions for safe operation.

- Efficiency: These constructive solutions accelerate the preparation of extraction pillars and reduce costs associated with the repair and maintenance of support systems.

The proposed solutions are recommended for implementation in the mines of Western Donbas and other regions with similar geomechanical conditions.

References

1. Shyrin, L.N., Koroviaka, Ye.A., Posunko, L.M., Rastsvietaiev, V.O., & Sharina, V.S. (2018). Expanding the area of effective use of suspended monorail roads in the conditions of mining inclined coal seams. *Collection of Scientific Papers of the National Mining University*, No. 55, pp. 255–266.

2. Shyrin, L.N., Herasymenko, A.O., Koptovets, O.M., & Felonenko, S.V. (2023). Technology of combined support of development workings for the effective use of suspended monorail roads. *Collection of Scientific Papers of NMU*, Dnipro, No. 72, pp. 77-86.

3. Herasymenko, A.O., Rastsvietaiev, V.O., & Shyrin, A.L. (2023). Selection of the means of auxiliary transportation facilities and adaptation of their parameters to specific operation conditions. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (2): 40–46.

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБУХОВОГО РУЙНУВАННЯ МАСИВУ ПОРІД У ВИБОЇ ВИРОБКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ АКУСТИЧНИХ ІМПЕДАНСІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Газзаєв Гліб Васильович, група ГРм-25-8 ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., проф. Кононенко Максим Миколайович**

Під час підземного видобування руд проведення гірничих виробок здійснюється із застосуванням буропідривних робіт (БПР). Ефективність цих основних процесів прохідницького циклу значною мірою залежить від характеру взаємодії продуктів вибуху (ПВ) із гірською породою та формування зон вибухового руйнування масиву порід. Підривання шпурового заряду вибухової речовини (ВР) супроводжується утворенням в масиві гірських порід навколо шпуру зон зминання, тріщиноутворення та пружних деформацій [1]. Як відомо, експериментальні дослідження вибуху в натурних умовах є дуже складними та вимагають значних матеріальних витрат [2]. Тому, останнім часом широкого застосування набуло чисельне моделювання, яке дозволяє проводити дослідження зміни напружено-деформованого стану масиву гірських порід під дією вибуху та оцінювати руйнування за різних гірничо-геологічних умов [3].

Одним із підходів до визначення величини вибухового навантаження на стінки шпурів є метод акустичних імпедансів, який враховує передачу енергії вибуху від заряду ВР до гірської породи, тобто дозволяє відійти від простого розрахунку середнього тиску ПВ у шпурі, а перейти до визначення реального динамічного тиску який буде діяти на контакті геотехнічної системи «заряд ВР-гірська порода». Використання методу акустичних імпедансів у поєднанні з чисельним моделюванням у програмному продукті для інженерного аналізу SolidWorks Simulation дозволяє проводити дослідження утворення зон непружних деформацій (ЗНД) в масиві порід навколо шпурів у вибої гірничої виробки під дією вибухового навантаження.

За характеристичні параметри детонаційної хвилі приймаються значення у точці Чепмена-Жуге, що відповідає стану ПВ безпосередньо за зоною хімічної реакції та визначає стаціонарний режим детонації. Тиск у точці Чепмена-Жуге розраховується за відомою формулою [4]

$$P_{CJ} = \frac{\rho D^2}{k+1}, \text{ Па}, \qquad (1)$$

де k – показник політропи ПВ, який для більшості ВР дорівнює $k \approx 3$; ρ – щільність ВР, кг/м^3; D – швидкість детонації ВР, м/с.

Передача імпульсу тиску від ПВ до масиву гірських порід залежить від хвильових властивостей контактуючих середовищ і описується методом акустичних імпедансів. Для геотехнічної системи «заряд ВР-гірська порода» тиск, що передається у масив гірських порід визначається за співвідношенням [5]

$$P = P_{CJ} \cdot \frac{2 \cdot \rho_n \cdot c}{\rho \cdot D + \rho_n \cdot c}, \text{ Па}, \quad (2)$$

де ρ_n – щільність гірської породи, кг/м^3; c – швидкість звуку в гірській породі, м/с.

Метою дослідження є чисельне моделювання у програмному продукті SolidWorks Simulation формування ЗНД в масиві гірських порід навколо шпурів у вибої гірничої виробки під дією вибухового навантаження із використанням методу акустичних імпедансів. Методика чисельного моделювання містила виконання таких етапів: побудова тривимірної геометрії моделі масиву гірських порід з виробкою та комплектом шпурів; встановлення фізико-механічних властивостей матеріалу моделі; визначення тиску ПВ, що прикладається на сінки та вибій шпурів із застосуванням методу акустичних імпедансів; виконання розрахунку напружено-деформованого стану масиву порід методом скінченних елементів із застосуванням статичного аналізу; встановлення ЗНД в масиві гірських порід у вибої гірничої виробки на основі коефіцієнта запасу міцності породи.

Визначення ЗНД в масиві гірських порід у вибої гірничої виробки під дією вибуху проводили для таких гірничо-геологічних умов: гірнича виробка – буровий орт; ширина виробки – 3,8 м; висота виробки 3,65 м; глибина розташування виробки – 910 м; діаметр шпурів – 0,043 м; глибина комплекту шпурів – 2,7 м, а врубових шпурів – 2,9 м; щільність емульсійної ВР – 1000 кг/м^3 та швидкість детонації – 4300 м/с; щільність залізної руди – 3950 кг/м^3; швидкість звуку в залізній руді – 5200 м/с; межа міцності залізної руди на стискання та розтягання відповідно – 70 МПа і 7 МПа; модуль пружності – $7 \cdot 10^4$ МПа; коефіцієнт Пуассона – 0,25.

Чисельне моделювання виконували методом скінченних елементів у програмному комплексі для інженерного аналізу SolidWorks Simulation. Згідно першого етапу для виключення впливу крайових ефектів на результати чисельного моделювання було прийнято такі параметри геометрії моделі: ширина, висота та довжина – 19,8 м. Сама геометрія моделі уявляла собою фрагмент масиву гірських порід в якому розташовувалася гірнича виробка з комплектом шпурів. Розташування шпурів у вибої виробки розраховували за методикою, що представлена у роботі [6]. Для матеріалу моделі задавали фізико-механічні властивості залізної руди: щільність, межа міцності на стискання та розтягання, модуль пружності, коефіцієнт Пуассона та встановлювали критерій руйнування Кулона-Мора. Заради забезпечення фізичної достовірності моделювання значення тиску, який прикладали на стінки та вибої шпурів, визначали не за середнім тиском ПВ, а за допомогою методу акустичних імпедансів згідно формули (2). Також до моделі прикладали навантаження від дії гірського тиску. Обмеження, навантаження та сітка скінченних елементів моделі подано на рис. 1, а.

У результаті чисельного моделювання отримано розподіл коефіцієнту запасу міцності порід у вибої виробки. Області, у яких коефіцієнт запасу міцності $\leq 1{,}0$, відповідають ЗНД, що на рис 1, а позначено червоним кольором. У ЗНД відбувається інтенсивне руйнування масиву порід у вибої виробки під дією вибуху. Результати чисельного моделювання показали взаємодію ЗНД між сусід-

німи шпурами, що забезпечує формування суцільної області вибухового руйнування масиву порід у вибої виробки.

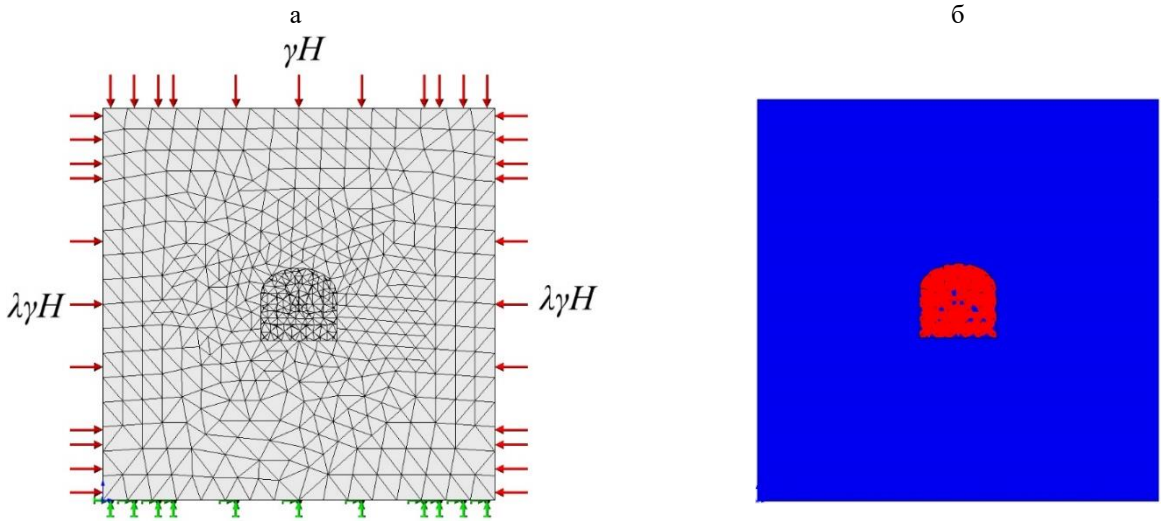


Рис. 1. Сітка скінченних елементів у масиві моделі, обмеження та навантаження (а) і формування ЗНД у вибої виробки під дією вибуху (б): γ – середня щільність гірських порід, МН/м^3; H – глибина розташування гірничої виробки, м; λ – коефіцієнт бічного розпору

Таким чином розроблено методику чисельного моделювання вибухового руйнування масиву порід у вибої гірничої виробки за допомогою програмного комплексу інженерного аналізу SolidWorks Simulation із застосуванням методу акустичних імпедансів. Вона дозволяє на основі аналізу розподілу коефіцієнта запасу міцності породи визначити ЗНД в масиві порід навколо шпурів у вибої виробки. Запропонована методика моделювання може бути використана для обґрунтування параметрів БПР та раціоналізації розташування шпурів у вибої гірничої виробки.

Перелік посилань

1. Li, Q., Li, H., Fu, S., & Li, X. (2024). The effect of in-situ stress on blast-induced rock fracture and damage zone. *Tunnelling and Underground Space Technology, 154*, 106091. https://doi.org/10.1016/j.tust.2024.106091

2. Xu, Y., Tao, M., Zhao, R., Huang, L., & Li, H. (2025). Blast-induced fracture mechanisms and fragmentation characteristics of brittle materials under anisotropic stress fields. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 195, 106275. https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2025.106275

3. Hajibagherpour, A.R., Mansouri, H., & Bahaaddini, M. (2020). Numerical modeling of the fractured zones around a blasthole. Computers and Geotechnics, 123, 103535. https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2020.103535

4. Cooper, P.W. (1996). Explosives engineering. Wiley-VCH.

5. Jia, Z., Li, H., Li, W., & Yan, J. (2024). Calculation of Blasting Damage Zone Radius of Different Charge Structures in Burnt Rock. Applied Sciences, 14(23), 11287. https://doi.org/10.3390/app142311287

6. Kononenko, M., Khomenko, O., Cabana, E., Mirek, A., Dyczko, A., Prostański, D., Dychkovskyi, R. (2023). Using the methods to calculate parameters of drilling and blasting operations for emulsion explosives. Acta Montanistica Slovaca, 28(3), 655–667. https://doi.org/10.46544/ams.v28i3.10

АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ГОЛОВНОЇ ВОДОВІДЛИВНОЇ УСТАНОВКИ ШАХТИ «САМАРСЬКА» ПрАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гапонов Олександр Олександрович, група 184-22-1 ІП
Науковий керівник: **ст. викл. Комісаров Юрій Олексійович**

Вугільна промисловість є однією з провідних галузей економіки України. Підтримання планового рівня видобутку вугілля та його подальше зростання можливі за умови впровадження високопродуктивного обладнання, застосування прогресивних технологій видобування, забезпечення належного рівня безпеки праці гірників, а також проведення реконструкції вугільних шахт.

Суттєвим фактором, що ускладнює процес ведення гірничих робіт, є інтенсивне надходження підземних вод у вироблений простір. За таких умов ведення технологічних операцій можливе лише за наявності ефективної та своєчасної системи водовідливу як із привибійної зони виробок, так і з шахтного поля загалом.

Для умов Західного Донбасу, вага води, що транспортується з шахт на земну поверхню від 2 до 7 разів більше ваги вугілля, що видобувається.

Головна водовідливна установка шахти являє собою сукупність технічних засобів і інженерних споруд, призначених для збирання, транспортування та відведення підземних вод із гірничих виробок на поверхню або в спеціалізовані дренажні системи з метою забезпечення безпечного ведення гірничих робіт.

У структурному відношенні вона є комплексною системою, що включає насосні агрегати, водозбірники, трубопровідні мережі, запірно-регулюючу арматуру, електроприводи, а також засоби автоматизації, контролю та захисту.

Основне функціональне призначення установки полягає у забезпеченні ефективного відкачування шахтних вод, підтриманні нормативного рівня їх накопичення у виробках, запобіганні затопленню обладнання та робочих зон, а також створенні безпечних умов праці.

З огляду на це, головна водовідливна установка належить до критично важливих інженерних систем шахти, від надійності функціонування якої залежить безпека виробничого процесу та безперервність роботи підприємства. Водночас, головна водовідливна установка відноситься до числа найбільш енергоємних загальношахтних споживачів електричної енергії. У зв’язку з цим особливої актуальності набуває вирішення науково-практичних завдань, спрямованих на підвищення ефективності й економічності функціонування насосного обладнання та експлуатації його в раціональних режимах.

Водовідлив шахти «Самарська» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» забезпечує відкачування шахтної води на поверхню, очищення її в поверхневих горизонтальних відстійниках і подальший скид її у ставки-накопичувачі.

Шахта «Самарська» відноситься до шахт із середнім водоприпливом. В теперішній час нормальний годинний приплив води в шахту складає $Q_{\text{н}}$ = 400

м³/год, максимальний – $Q_{макс}$ = 500 м³/год. Мінералізація шахтних вод – до 85 г/л. Води спінюються, кородуючі, з великою кількістю твердого осаду, володіють загальною кислотною і сульфатною агресіями, pH = 6,5–6,8.

Сумарний приплив шахтних вод відкачується на поверхню за допомогою діючого головного водовідливного комплексу, розміщеного на горизонті 300 м.

До складу головної водовідливної установки зазначеного горизонту входять сім насосних агрегатів типу ЦНСШ 300–360, з яких два перебувають в експлуатації, два — у резерві та три — у ремонті. Насосне обладнання розташоване у двох насосних камерах: чотири агрегати — в одній камері, три — в іншій. Відкачування води здійснюється трьома напірними трубопроводами діаметром 250 мм, прокладеними у допоміжному стовбурі, з яких два є робочими, а один — резервним.

Головна водовідливна установка оснащена водозбірником, що складається з трьох ізольованих секцій: одна секція має об'єм 1200 м³, дві інші — по 900 м³ кожна. Водозбірні ємності з'єднані з водозабірними колодязями, розташованими у насосних камерах, у яких змонтовані всмоктувальні трубопроводи насосів.

Привід насосних агрегатів здійснюється вибухозахищеними асинхронними трифазними короткозамкненими електродвигунами типу ВАО2–560М–4 потужністю 500 кВт.

Для відкачування добового припливу з врахуванням [1] необхідно вмикати два насосних агрегати, які можуть працювати як кожен на окремий трубопровід (передбачається проєктом), так і спільно, в паралельному режимі на один трубопровід (відбувається «де факто» з врахуванням зносу обладнання та дефіциту коштів на його відновлення).

Виконавши розрахунки техніко-економічних показників роботи з'ясовано, що при паралельному включенні двох насосів до спільного нагнітального трубопроводу з'являється можливість зменшити потужність привідних двигунів насосів – замість двигунів потужністю 500 кВт можна використовувати двигуни потужністю 400 кВт. Така заміна двигунів зменшить навантаження на електричну мережу. В той самий час загальна середньорічна витрата електроенергії на водовідлив при цій схемі використання насосів більша, ніж при роботі двох насосів на індивідуальні нагнітальні трубопроводи на

$$\Delta E = E_{2п} - E_{\Sigma} = 5\ 107\ 220 - 4\ 674\ 010 = 433\ 210 \text{ кВт·год/рік} \quad (1)$$

де $E_{2п}$ = 5 107 220 кВт·год/рік – середньорічна витрата електроенергії на водовідлив при паралельному включенні двох насосів до спільного нагнітального трубопроводу; E_{Σ} = 4 674 010 кВт·год/рік – середньорічна витрата електроенергії на водовідлив при роботі двох насосів на індивідуальні нагнітальні трубопроводи.

Або на

$$\delta E = \Delta E / E_{\Sigma} = 433\ 210 / 4\ 674\ 010 \cdot 100 = 9{,}27\% \quad (2)$$

При паралельній роботі двох насосів на спільний нагнітальний трубопровід фактичні втрати напору в зовнішній мережі установки становлять

$$H_{втр.ф} = H_A - H_г = 353 - 305 = 48 \text{ м вод.ст.} \quad (3)$$

де H_A =353 м вод.ст. – напір в розрахунковому режимі роботи; $H_г$ =305 м вод.ст. – геометрична висота водопідйому.

Що складає від геометричної висоти водопідйому.

$$\delta H_{втр} = H_{втр.ф} / H_г = 48 /305 \cdot 100 = 15{,}74\% \quad (4)$$

Відповідно до діючих Правил безпеки [1], діаметр напірного трубопроводу має бути таким, щоб втрати напору не перевищували 5% від геодезичної висоти підйому води.

Отже, при такій схемі використання насосів питомі втрати напору в установці суттєво перевищують величину, регламентовану Правилами безпеки.

При роботі насосів на індивідуальні нагнітальні трубопроводи фактичні втрати напору в зовнішній мережі установки становлять

$$H_{втр.ф.1} = H_в - H_г = 323 - 305 = 18 \text{ м вод.ст.} \quad (5)$$

де $H_в$ =323 м вод.ст. – напір в розрахунковому режимі роботи.

Що складає від геометричної висоти водопідйому.

$$\delta H_{втр.1} = H_{втр.ф.1} / H_г = 18/305 \cdot 100 = 5{,}9\% \quad (6)$$

Отже, при такій схемі використання насосів відносні втрати напору в зовнішній мережі практично відповідають вимогам.

Зазначена обставина, а також істотно нижчі показники середньорічного споживання електричної енергії при експлуатації двох насосів, що працюють на індивідуальні напірні трубопроводи, зумовлюють доцільність застосування саме такої схеми роботи насосного обладнання в умовах головної водовідливної установки шахти «Самарська».

Перелік посилань:

1.Правила безпеки ведення гірничих робіт у вугільних шахтах / Міністерство економіки України: Наказ від 04.06.2025 за № 2585. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1145-25 (дата звернення: 17.04.2026).

EXPANSION OF THE SCOPE OF EFFECTIVE APPLICATION OF MINE LOCOMOTIVE TRANSPORT

Dnipro University of Technology

Zhuk V.S. student of group 184-23sk-1
Scientific advisor: **Ph.D., Assistant Professor Herasymenko A.O.**

The study of mine electric locomotives and the improvement of their operational efficiency are addressed in the works of A.O. Spivakovsky, O.O. Rengevych, P.S. Shakhtar, G.Ya. Peysakhovych, Yu.S. Pukhov, I.G. Shtokman, and other scientists. Their research is focused on enhancing electrical drive control systems and mechanical drives.

However, despite the development of modern locomotive models, their scope of application is limited by the gradient of the rail tracks. For standard electric locomotives, this limit is up to 5 ‰, and for machines with reinforced braking systems, it is up to 50 ‰. This limitation is due to the traction force being restricted by the adhesion conditions between the driving wheels and the track.

At the same time, the proportion of mine workings with an increased profile (exceeding 50 ‰) is steadily growing. This trend is linked to modern deposit development systems and the necessity of accessing reserves located beyond geological disturbances. For instance, in the Western Donbas, such workings account for more than half of the total quantity.

The objective of this work is to increase the efficiency of mine locomotives in inclined workings by implementing a support-guiding mechanism of a new technical level. Expanding the range of application for mine electric locomotives in inclined workings is achieved by incorporating rack-and-pinion drives into the drive system. In these systems, a driving gear wheel, fixed to the output shaft of the drive gearbox, interacts with a toothed rack positioned along the symmetry axis of the rail track.

The primary disadvantage of existing systems is the difficulty in synchronizing the movement of the driving gear wheel with the position of the stationary toothed rack during the transition from a horizontal section of the track to an inclined one. This often results in a tooth-on-tooth collision, leading to the failure of components and reducing the reliability and safety of the transport system.

To prevent this situation, it is possible to replace the rigid support rack with a roller-sleeve chain equipped with an elastic element.

At the start of an inclined track section with a gradient exceeding 50 ‰, the gear wheel engages with the roller-plate chain.

Throughout the inclined section, the traction force of the drive units is transmitted to the transport system through the engagement of gear teeth (1) with rollers (2) of the chain (3) (Fig. 1).

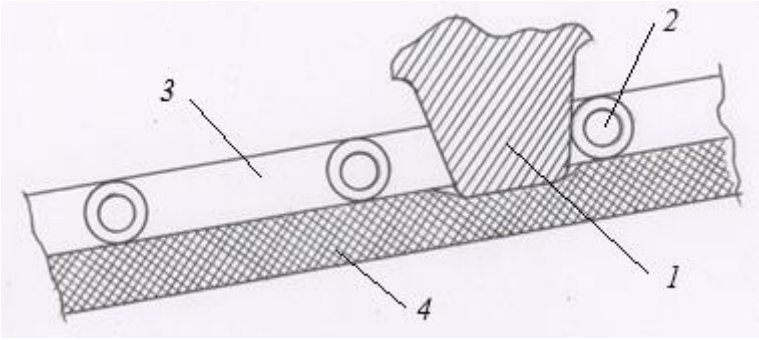


Fig. 1. Interaction of the gear wheel with the chain

During initial contact, if the tip of a tooth (1) hits a roller (2) (a "protrusion"), the elastic element (4) compresses. The chain lowers, allowing the tooth to pass further.

This facilitates an elastic stretching of the chain, ensuring the next tooth (1) enters the space between the rollers (2), which signifies normal interaction and synchronization of the power pair.

The application of an integrated elastic element beneath the roller-plate chain eliminates the risk of destroying the chain and the driving gear wheel during transport. Consequently, this leads to improved productivity, durability, and operational safety.

References

1. Mine ground road with a gear drive: Pat. 2323842 RF; publ. 10.05.2008.
2. Mine ground road with a gear drive: Pat. 179457 RF; publ. 29.09.2000.
3. Transport system: Pat. of Ukraine № 134018; publ. 25.03.2019.

ПРОБЛЕМИ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЙОГО РОЗВИТКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Загороднiков Андрій Андрійович,
Ковригін Сергій Семенович,
Мокшин Іван Едуардович, група 184-23ск-1.
***Науковий керівник* к.т.н., доц. Барташевський С.Є.**

Однією з найважливіших причин недостатньо ефективної роботи локомотивного транспорту вугільних шахт є стан рейкової колії. Знакозмінний профіль виробок, зумовлений пученням порід, призводить до появи підвищених поздовжніх ухилів шляху.

Знакозмінний профіль виробок, зумовлений пученням порід, призводить до появи підвищених поздовжніх ухилів шляху, навіть до появи визначних ухилів. Біля 80% шляхів за протяжністю мають ухил більше ніж закладені проєктом 3-4‰ [1]. Локальні зони в яких відмітки головок рейок виявляються нижче за початково заданий профіль утворюються розливи води з водовідливних канавок, що призводить до заливання колії та зменшення, через це коефіцієнту зчеплення коліс з рейками.

Завищені повздовжні ухили колії призводять до зниження вагової норми поїзда за тяговими та гальмівними характеристиками локомотива. Вагова норма поїзда визначається розрахунком, при цьому ухили за маршрутом визначаються за маркшейдерськими вимірами, проте деформації наростають постійно і призводять до позаштатних ситуацій, зокрема – до «орлів». Через це у більшості дільничних виробок локомотивна відкатка суттєво обмежена як по швидкості руху, так і по кількості вагонеток у причіпній частині потягів.

Однак пучення найчастіше проходить нерівномірно не тільки по довжині, але і по ширині виробітку, викликаючи перевищення головки однієї рейки над іншою, що призводить до порушення нормативних зазорів між кріпленням та рухомим складом. До того ж, через відхилення центру тяжіння рухомого складу від осі шляху виникають опрокидні моменти, що призводить до зходу з рейок.

Єдиною дієвою мірою боротьби з цим, на теперішній час, є періодична підривка почви виробок з перекладанням колії.

Ще однією проблемою є аномально висока, у порівнянні з закордонними шахтами, протяжність маршрутів. Пов'язано це з старінням шахтного фонду, коли очисні роботи підійшли до меж проєктних шахтних полів. Для подовження строку експлуатації, через неможливість побудови нових шахт, пішли шляхом прирізання діючим, полів суміжних шахт, що були запроєктовані у 70-80ті роки минулого сторіччя, але не були побудовані. Разом з завищеними ухилами шляху така ситуація призвела до кризи ефективності роботи локомотивного транспорту. За фактом, найпоширенішим акумуляторним електровозам АМ-8Д міг доїхати до меж шахтного поля та повернутися назад без заміни батарей з мінімальною швидкістю, та составом з 3-5, а подекуди і 2х вагонеток. З відпра-

цюванням запасів на прирізаних ділянках ситуація погіршилась і для виконання рейсів з такою ж кількістю вагонеток почали працювати локомотиви 2АМ-8Д або спарка з двох АМ-8-Д.

Можливі шляхи підвищення ефективності роботи локомотивної відкатки:

- підвищення питомої ємності акумуляторних батарей;

- будівництво на флангах шахтних полів гараж-зарядних, або камер заміни акумуляторних батарей.

- впровадження рудничних дизелевозів, що мають більшу автономність та енергоозброєність;

- підвищення зчіпної/тормозної ваги локомотивів разом з підвищенням масогабаритних параметрів акумуляторних батарей;

- впровадження локомотивів з електронною системою керування, що забезпечує плавне регулювання моменту двигуна та «електронне зпарювання» осей, що запобігає зриву зчеплення коліс з рейками та переходу локомотиву в режим боксування.

На даний момент на більшості вугільних шахт, проведена заміна лужних акумуляторних батарей на кислотні, або локомотиви з лужними та кислотними батареями використовуються паралельно.

Через високу газообільність та проблеми з провітрюванням більшість вугільних шахт України переведена на комбіновану схему провітрювання за рахунок проведення на флангах вентиляційних стволів/свердловин. Таке технічне рішення надало можливість побудувати на флангах шахтних полів гараж-зарядні камери забезпечивши вимоги ПБ з обособленого їх провітрювання.

Досвід використання дизелевозів ДГ-75 та ДГ-1000 виробництва компанії Ferrit показав їх високу енергоозброєність та автономність, що дозволило підвищити вагову норму потягу у порівнянні з акумуляторними електровозами АМ-8Д у тих же умовах. Однак негативним фактором, що перешкоджає їх широкому використанню є проблема з провітрюванням виробок. Незважаючи на роботи дизелей на збіднених сумішах, використання сепарованої солярки та використання каталізаторів знизити токсичність вихлопних газів не відповідає діючим в Україні ГДК. Особливо небезпечною е робота дизелевозів в тупикових виробках, та під час коли напрямок руху локомотива співпадає з напрямком руху вентиляційного струменя.

Перспективним напрямком розвитку локомотивного транспорту є перехід на використання акумуляторних електровозів нового технічного рівня. Використання локомотивів родини «ЄРА» вітчизняного виробництва позволила переконатися у тому, що за рахунок використання систем «електронного спарювання» ефективно запобігає переходу локомотиву в режим боксування, а гнучке управління моментом двигуна дозволяє краще аніж ступінчасте адаптувати режим роботи локомотива відповідно до зміни умов роботи суттєво знижаючи енергоспоживання, та, відповідно, підвищуючи шлях пробігу від одної зарядки. Однак досвід експлуатації показує, що використання більш досконалих локомотивів з більшою зчіпною вагою (ЄРА10-П) та зарядом батареї дозволяє підвищити кількість вагонеток у составі на 1-2 штуки.

Проаналізувавши закордонний досвід, та пропозиції провідних виробни-

ків гірничо-шахтного обладнання для локомотивного транспорту винайдено перспективне технологічне рішення – рейковий локомотив LSZ-150 від компанії Becker. Цей дизельний локомотив взмозі пересуватися по стандартних рейкових коліях. Особливістю йог є оригінальне технологічне рішення, яке дозволяє йому реалізувати силу тяги за рахунок сил тертя між приводними колесами та рейками в умовах нормативних ухилів шляху, в умовах завищених ухилів, а також в умовах похилих виробок с ухилами до 30°, де сила тертя між колесами та рейкою не забезпечують ефективну та безпечну експлуатацію тягове зусилля передається за рахунок зчеплення тягових шестерень що контактують з зубчастою рейкою встановленою між рейками на даних ділянках.

Впровадження локомотивів такого типу допоможе суттєво підвищити вагову норму потягів, безпеку роботи локомотивного транспорту, та відмовитися від використання кінцевих канатних відкаток у похилих виробках.

Перелік посилань

1. Шахтні канатні дороги: Монографія/О.В. Денищенко.-Д.: НГУ, 2011.-160с.

2. НПАОП 10.0-1.01-10. Правила безпеки у вугільних шахтах. - К. Друкарня ДП «Редакція журналу « Охорона праці», 2010. - 430с.

3. https://goo.su/XfbD1vB

4. Проєктування транспортних систем і комплексів гірничих підприємств: навч. посіб. / О.М. Коптовець, Є.А. Коровяка, В.В. Яворська, Л.Н. Ширін, С.Є. Барташевський; М-во освіти і науки України, Нац.техн.ун-т «Дніпровська політехніка». -Дніпро: Журфонд, 2023. – 296с.

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО РОЗРОБКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ПЕРЕСУВНОЇ ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Іванов Рустам Керимович, група 184-23ск-1 ІП
Науковий керівник: **ст. викл. Комісаров Юрій Олексійович**

Аналіз досвіду ліквідації аварій у вугільних та рудних шахтах свідчить про обмеженість функціональних можливостей стаціонарних підйомних установок щодо забезпечення евакуації шахтного персоналу на поверхню в умовах надзвичайних ситуацій [1]. Зокрема, у випадках виникнення аварій на людських підйомах і в шахтних стволах експлуатація підйомних систем ускладнюється або стає неможливою внаслідок їх вимушеної тривалої зупинки, що спричинена виникненням складних для усунення несправностей підйомних машин та стволового обладнання.

Крім того, суттєвим обмежувальним чинником є залежність стаціонарних підйомних установок від безперервного електропостачання. У разі тривалої відсутності електричної енергії на шахті, зумовленої аварійними або іншими причинами, використання зазначених систем для проведення аварійно-рятувальних робіт стає технічно неможливим.

Під час проведення аварійно-рятувальних робіт, ключову роль відіграє техніка, що стоїть на озброєнні гірничорятувальних служб. Від технічного рівня та якості виготовлення цієї техніки залежить ефективність та швидкість робіт з ліквідації аварій.

Наразі при аваріях на підйомних установках евакуація шахтного персоналу здійснюється за допомогою малих лебідок, які в кожному конкретному випадку встановлюються поряд із стволом або на проміжному горизонті. Використання таких малопотужних підйомників викликає значні труднощі за необхідності швидкої евакуації людей із клітей та горизонтів шахти. Крім того, є значна кількість вертикальних стволів, які обладнані однією підйомною установкою, що також викликає необхідність використання для аварійно-рятувальних робіт мобільної підйомної установки.

Певною мірою потребу в них змогли задовольнити розроблені колективом Донецького науково-конструкторського центру НДІОМШС пересувні підйомні машини та вантажо-людські лебідки, а також розроблена колективом науковців НТУ «Дніпровська політехніка» універсальна аварійно-рятувальна мобільна підйомна установка з автономним енергопостачанням [2]. Однак, внаслідок збройної агресії Російської Федерації проти України та часткової окупації Донецької області, фактичне використання цих розробок наразі неможливе.

Для виконання вимог Правил безпеки [3,4] щодо своєчасної безпечної евакуації робітників з підземних горизонтів пропонується змонтувати вантажо-людську лебідку з гідравлічним приводом на базі серійного великотоннажного автомобіля КрАЗ-6443 (або аналога), у спеціально сконструйованому приміщенні, яке встановлено на свою раму, що кріпиться до рами автомобіля.

Аварійно-рятувальна пересувна лебідка повинна включати в себе автомобіль, маслостанцію з гідронасосом, гідравлічний двигун, головний вал лебідки в зборі, гальмівну систему лебідки з пружинно-гідравлічним приводом, чотири гідравлічні опори, генераторно-акумуляторний блок для електромережі зв'язку та освітлення при вимкненому двигуні базового автомобіля.

На рамі приміщення розміщуються елементи гідросистеми та її приводу, а також чотири гідроопори. Приміщення має вхідні двері в кабіну керування та двостулкові двері в торці кормової частини, є також люки та двері для обслуговування обладнання. У даху приміщення є люки для проходу каната під час роботи з кутами його нахилу від 0 до +60°. У кормовій частині - двері для роботи з кутами нахилу каната від 0 до -30°.

Пересувна лебідка працює наступним чином: після прибуття на місце застосування дизельний двигун автомобіля за допомогою коробки відбору потужності перемикається на гідропривід лебідки. З пульта керування запускається гідронасос, при досягненні в гідросистемі необхідного тиску, включаються гідроопори, маніпулюючи якими, лебідка виставляється в горизонтальне положення. Через люк у даху чи задні двері приміщення витягується підйомний канат і пропускається через копровий шків, до каната приєднується аварійно-рятувальна кліть або баддя, після чого лебідка готова до виконання аварійно-рятувальних операцій. У разі зупинки двигуна базового автомобіля включається малий дизель-генератор, який забезпечує живленням мережу управління та контролю, роботу зв'язку зі стволом, освітлення машинного залу та кабіни керування.

Застосування аварійно-рятувальної пересувної лебідки пропонованої конструкції, зменшує масо-габаритні показники авто (в порівнянні з аналогами), дає можливість збільшити швидкість (до 90 км/год) прибуття машини на місце аварії, без узгодження маршрутів руху з Національною поліцією України, скоротити час підготовки до виконання рятувальних операцій, що дозволить здійснювати порятунок потерпілих у найкоротші терміни. Її використання, в силу низки конструктивних особливостей, зможе підняти аварійно-рятувальні роботи, що проводяться за допомогою цього обладнання, на новий організаційний і технічний рівень.

Перелік посилань:

1. Шахтний підйом. Науково-виробниче видання. (2007) Бежок В.Р., Дворников В.І., Манец І.Г., Пристром В.А; заг. ред. Б.А Грядущій, В.А. Корсун. Донецьк: Південний Схід Лтд. 624 с.

2. Універсальна аварійно-рятувальна мобільна підйомна установка URL: https://technology.nmu.org.ua/pdf/021.pdf (дата звернення 17.04.2026).

3.Правила безпеки ведення гірничих робіт у вугільних шахтах / Міністерство економіки України: Наказ від 04.06.2025 за № 2585. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1145-25 (дата звернення: 17.04.2026).

4. Правила безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом / Міністерство соціальної політики України: Наказ від 23.12.2016 за № 1592. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0129-17%20 (дата звернення: 17.04.2026).

DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF A SLOPE BELT CONVEYOR WITH A CAPACITY OF 140 T/H

Dnipro University of Technology

Oleksii Ishchenko, gr. 133-22-1
Scientific supervisor: Andrii Bondarenko, D.Sc. (Tech.), Professor of the Department of Engineering and Design in Machinery Industry, Professor

The complex for washing and storing limestone screenings with a capacity of 140 t/h is a complex of equipment combined in terms of design and technological features. The complex is designed for the purpose of washing and storing screenings obtained by crushing limestone [1]. After crushing, the limestone screenings are fed to the complex by a pipeline. The slurry is drained into the hopper of the washing plant, from where it is transported by a ground pump to hydrocyclones for cleaning from dust and clay particle. The cleaned limestone screenings are poured on the sieve of a vibrating screen for dewatering and size classification. The sub-screened fine product is directed to the hopper under the screen and further to the sludge clarifier. The final sand grade product, which includes sand with a particle size of up to 5 mm, is transferred to an inclined belt conveyor and then to an inclined stacker belt conveyor that transports the sand to the stockpile. The model of the complex is shown in the figure. From the stockpile, the cleaned and dewaterted sand is reloaded into dump trucks and transported to customers. The complex for washing and storing limestone screenings with a capacity of 140 t/h includes a limestone screenings

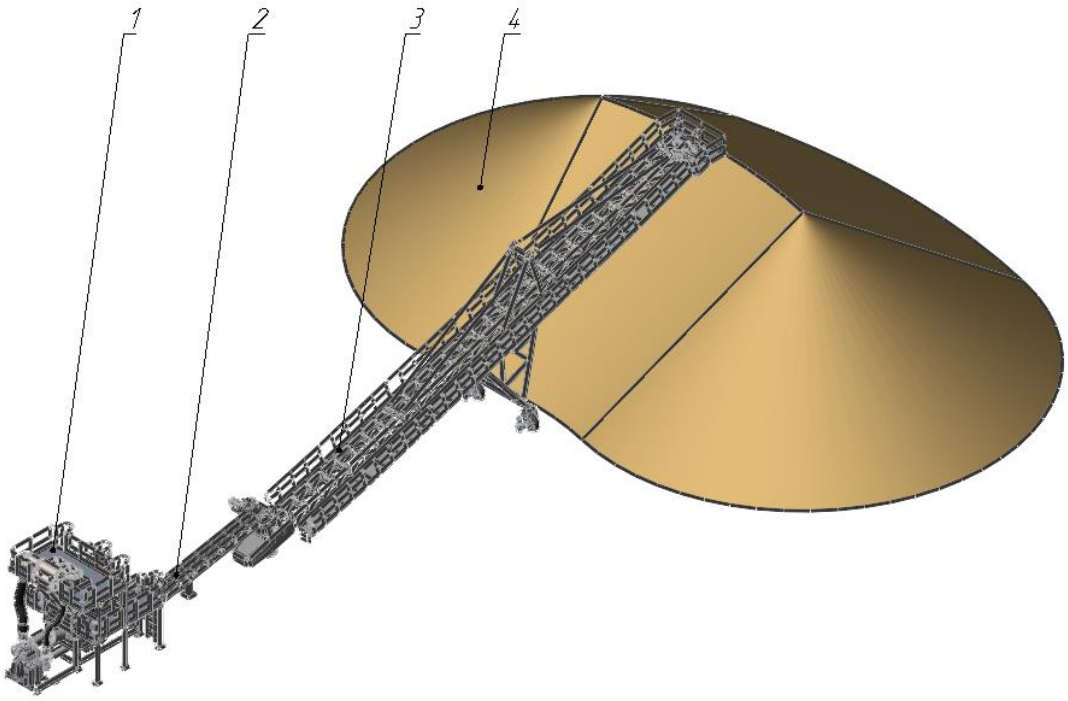


Fig. The complex for washing and storing limestone screenings:
1 – limestone screenings washing unit; 2 – inclined belt conveyor; 3 – inclined stacker belt conveyor; 4 – stockpile of washed limestone screenings

washing unit 1, inclined belt conveyor 2, inclined stacker belt conveyor 3, stockpile of washed limestone screenings 4.

Inclined stacker belt conveyor of the limestone screenings processing complex with a capacity of 140 t/h is designed for transporting limestone screenings cleaned of fine and dusty impurities after their reloading before storage in the commercial screenings stack stockpile. The inclined stacker belt conveyor of the limestone screenings processing complex with a capacity of 140 t/h consists of a hopper for the initial granular raw materials, a tension section, an intermediate section, a drive section, a conveyor support frame, a rotary turret, and an upper pylon with a rope suspension.

The installation of an inclined stacker belt conveyor must be carried out according to special installation drawings [2]. General attention should be paid to the strict straightness of the conveyor in plan, compliance with the permissible angle of inclination to the horizon, compliance with the required radii of convex and concave sections of the profile, installation of drive and tension drums perpendicular to the longitudinal axis of the conveyor, reliable fastening of drive and tension stations to the foundations, installation that supports the rollers without distortions, location of the belt joints strictly perpendicular to its longitudinal axis.

The main design parameters of an inclined stacker belt conveyor include the belt width and drive power [3]. Variability in determining such parameters is caused by the adopted belt speed and the physical and mechanical parameters of the raw material.

The belt width of a stacking belt conveyor is determined by the formula:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{c \cdot v \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{140}{232 \cdot 1.5 \cdot 1.5}} = 0.518 \text{ м},$$

where Q = 140 – Technical productivity of a stacking belt conveyor, t/h;

v – speed of the stacking conveyor belt, 1.5 m/s;

γ – bulk density of limestone screenings, 1.5 t/m^3;

c – empirical coefficient depending on the angle of inclination of the stacker conveyor, 232.

Considering the calculated width of the belt, in accordance with DSTU, a rubber belt 2TA-100 with a width of 650 mm was selected. The design parameters of the stacking conveyor were justified taking into account the selected belt.

The rated power of the electric motor driving the stacking belt conveyor was 14.2 kW.

The calculated rotation speed of the drive drum is determined by the formula:

$$n_d = \frac{60v}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 1.5}{\pi \cdot 0.4} = 71.6 \text{ r/m},$$

where $D = 0.40\ m$ – diameter of the drum;

The calculated gear ratio of the reducer is determined by the formula:

$$i = \frac{n}{n_б} = \frac{1500}{71.6} = 20.9 \text{ r/m}.$$

where *n=1500* – engine shaft frequency of rotating.

Thus, the design of the stacking belt conveyor includes a drive consisting of an AIR 160 S4 15 kW electric motor and a KC1-100N gearbox, which meets the needs of the complex for limestone screenings processing.

In this work, a SolidWorks solid model was developed, technological and design parameters of the stacking belt conveyor were calculated, and the parameters of its components were substantiated.

References

1. Andrii Bondarenko, Viktor Kukhar and Assel Nurmanova (2024). Innovative technology and equipment for stone processing sludge recycling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348, 012037. DOI 10.1088/1755-1315/1348/1/012037.

2. Bondarenko, A. O., Naumenko R. P. 2019. Comprehensive solution of recycling waste from stone processing industry. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, pp. 96–101. DOI: 10.29202/nvngu/2019-4/14.

3. Bondarenko, A.O., Jamil Haddad, O.O. Tytov, Fadi Alfaqs. 2021. Complex for Processing of Rubble Wastes of Stone Dressing. International Review of Mechanical Engineering (I.RE.M.E.), Vol. 15, N. 1, 44-50. https://doi.org/10.15866/ireme.v15i1.20205.

DIRECTIONS FOR INCREASING THE TECHNICAL LEVEL OF MINE LOCOMOTIVES

Dnipro University of Technology

Kachuievskyi S.M. student of group 184-23-8
Scientific advisor: **Ph.D., Assistant Professor Herasymenko A.O.**

The global trend in underground coal mining is characterized by increasing the concentration of mining operations reducing the number of active faces while simultaneously increasing their productivity. In Ukraine, the number of active mechanized faces decreased nearly threefold between 2000 and 2017, while the average daily load increased from 1,000 to 2,500 tons.

Despite the use of high-performance equipment, efficiency in Ukraine remains lower than in leading coal-producing nations due to: More complex geological and mining conditions, high costs of modern equipment, which often makes acquisition economically questionable if efficiency is low, the urgent need to accelerate assembly and disassembly operations to fully realize the potential of high-performance machinery.

The goal of this work is to improve locomotive efficiency in workings with alternating profiles by implementing a support-guiding mechanism of a new technical level.

1. Hydrogen Fuel Cell Power System

Traditional locomotives face the issue of low autonomy due to battery limitations. This can be addressed by replacing batteries with hydrogen fuel cells and a hydrogen generator.

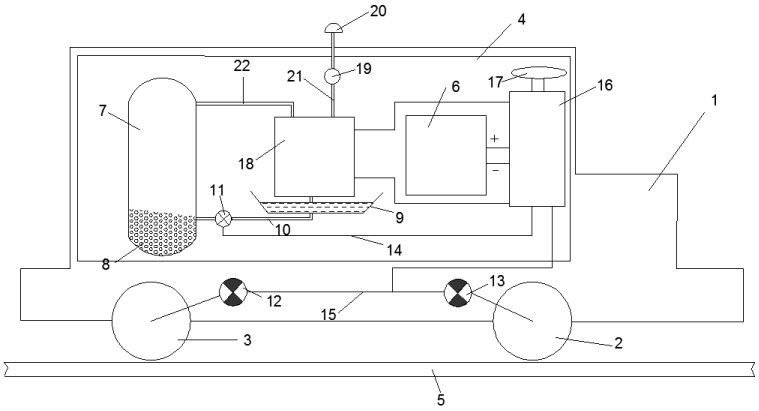


Fig. 1. Schematic diagram of the electric locomotive

Operational Process: Hydrogen Generation: A mixture of granulated aluminum and gallium (8) is loaded into a generator (7). Water from a reservoir (9) is fed through a regulator (11). The resulting chemical reaction releases hydrogen. Electricity Production: Hydrogen travels to a fuel cell (18) with a proton-exchange membrane, where it combines with oxygen from the air (supplied via a cooler and filter). This reaction generates electrical energy to power the traction motors (12, 13). Automatic Control: A controller (16) monitors the current in the traction motors. If

the current increases, the regulator opens to supply more water to the generator, increasing hydrogen output. Safety and Redundancy: Components containing hydrogen are housed in an explosion-proof casing (4) equipped with a low-temperature catalytic neutralizer (17). A backup battery (6) is included for emergencies.

2. Rack-and-Pinion Drive System

To expand the scope of mine locomotives in complex configurations, a rack-and-pinion transmission can be integrated into the drive system. In this setup, a driving gear wheel on the output shaft interacts with a toothed rack located along the center axis of the rail track.

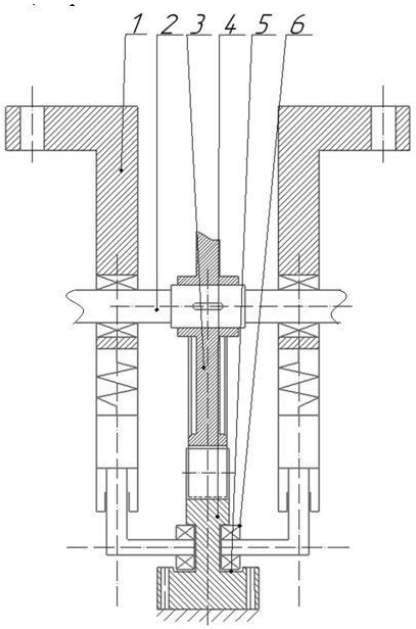


Fig. 2. Support-guiding device for rack-and-pinion drives of mine electric locomotives

Mechanism Components: Housing of the support-guiding device (1). Drive shaft of the wheelset (2) and gear wheel (3). Toothed rack (4), guide grooves (5), and rolling bearings (6). Torque from the electric motor is transmitted to the gear wheel (3), which rolls along the rack (4). The housing (1) ensures a constant center distance, while rolling bearings (6) reduce the friction coefficient.

Combining a hydrogen power system with a rack-and-pinion drive provides several advantages:

Increased Autonomy and Productivity: Eliminates downtime for battery recharging. Enhanced Load Capacity: Significantly increases the allowable incline angle and load-carrying ability of the locomotive. Economic Efficiency: Utilizing hydrogen and oxygen as fuel elements substantially reduces energy costs. Operational Reliability: Provides "step-less" delivery of equipment and higher reliability in complex mine environments.

References

1. Shyrin, L. N., Koroviaka, Ye. A., Posunko, L. M., Rastsvietaiev, V. O., & Sharina, V. S. (2018). Expanding the area of effective use of suspended monorail

roads in the conditions of mining inclined coal seams. *Collection of Scientific Papers of the National Mining University*, No. 55, pp. 255–266.

2. Herasymenko, A. O., Rastsvietaiev, V. O., & Shyrin, A. L. (2023). Selection of the means of auxiliary transportation facilities and adaptation of their parameters to specific operation conditions. *Scientific Bulletin of the National Mining University*, No. 2, pp. 40–46

3. Shyrin, L. N., Herasymenko, A. O., Koptovets, O. M., & Felonenko, S. V. (2023). Technology of combined support of development workings for the effective use of suspended monorail roads. *Collection of Scientific Papers of NMU*, Dnipro: NTU "Dnipro Polytechnic", No. 72, pp. 77–86.

4. Mine locomotive: Patent 112717 Ukraine: IPC B61C 17/06, E21F 13/02. No. u201607046; filed June 29, 2016; published December 26, 2016, Bull. No. 24.

DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF A VERTICAL HYDRAULIC CLASSIFIER WITH A CAPACITY OF 15 T/H

Dnipro University of Technology

Illia Kovalov, st. gr. 133-22-1
Scientific supervisor: Andrii Bondarenko, D.Sc. (Tech.), Professor of the Department of Engineering and Design in Machinery Industry, Professor

Hydraulic classification is the process of separating a mixture of mineral grains into different classes according to their rate of fall in water. When using hydraulic classification, the raw material can be divided into two or more classes with different sizes. As a result of the hydraulic classification process, this mixture is divided into classes according to the speed of falling in water. The principle of the hydraulic classification process is based on changes in the trajectory of the grain movement of the material, which is separated under the influence of gravitational force, the force of resistance to the grain movement from the environment, as well as from collision with surrounding grains and inertia forces. Grains of mineral raw materials that are part of the waste of the stone processing industry and construction waste differ in grain size and density, so their separation can be effective using hydraulic classification.

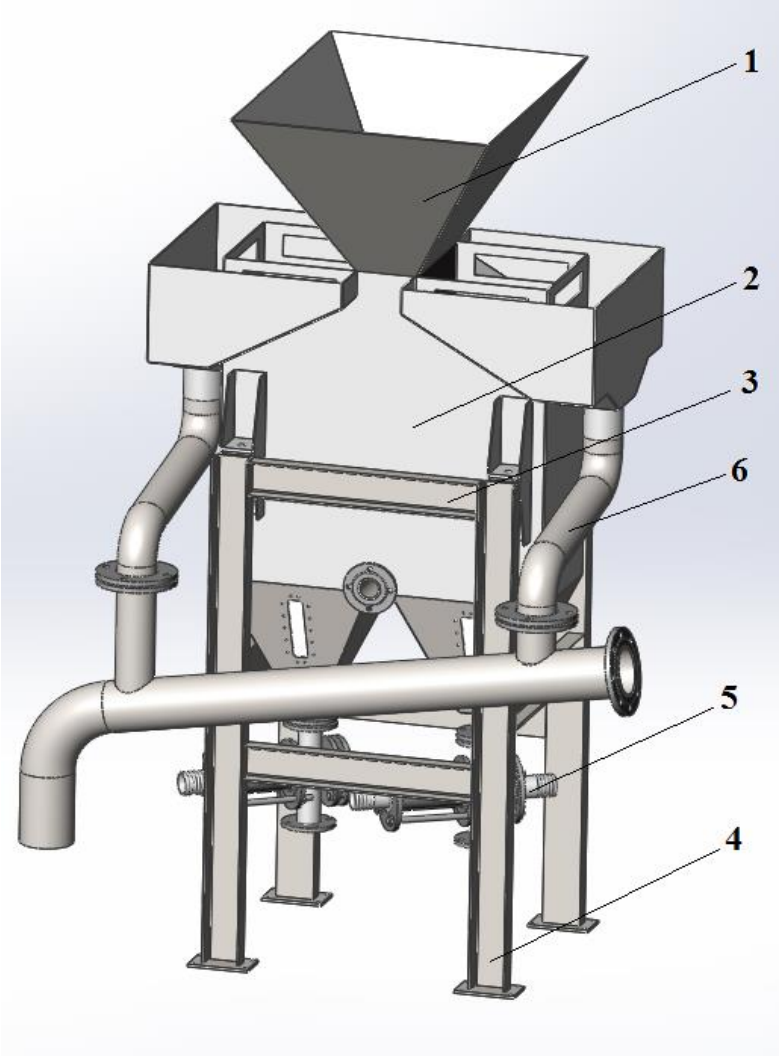


Fig. Vertical hydraulic classifier with a capacity of 15 м^3/год: 1 – mineral feed hopper; 2 – classification box; 3 – support bracket; 4 – support frame; 5 – jet pumps; 6 – enrichment sludge disposal system

It is advisable to increase the efficiency of the process of hydraulic processing of stone industry waste and construction waste by calculating the main technological and design parameters, determining the design parameters of a

vertical hydraulic classifier, which operates as part of a stationary complex designed for hydraulic classification and transportation of grains with a size of up to 5 mm.

The vertical hydraulic classifier (Fig) consists of a mineral feed hopper 1; classification box 2; support bracket 3; support frame 4; jet pumps 5; enrichment sludge disposal system 6.

The vertical hydraulic classifier (Fig) works on the following principle. Waste from the stone processing industry or construction waste up to 5 mm in size is fed by a belt conveyor to the feeder hopper, from which the raw material is transported by gravity to the classification box. In this process, the mineral conglomerate of grains is eroded by a jet stream that flows from the eroding nozzles installed in the upper part of the classifier. The water-saturated mixture enters the internal cavity of the classifier. Here it is met by an upward flow of water, which is created by means of erosion nozzles installed on the erosion comb. Grains of stone industry waste or construction waste, under the action of an upward flow of water, are classified into two classes by size and density. These classes have the following dimensions: 1 – less than 5 mm and more than 0.2 mm; 2 – less than 0.2 mm. After classification, mineral grains smaller than 5 mm and larger than 0.2 mm are deposited in the hoppers of the hydraulic classifier. They are then transported by pumps for storage. Grains smaller than 0.2 mm are drained by the enrichment sludge disposal system through sludge trays and drain pipes to the sludge storage to the sludge clarifier. The use of a vertical hydraulic classifier will allow for the effective classification of mineral waste from the stone processing industry or construction waste up to 5 mm in size. This will provide a source of marketable product for the production of new building structures.

To ensure the normal operation of the vertical hydraulic classifier, it is necessary to constantly monitor the operation of the mineral feed hopper so that large inclusions do not get there, those that can interfere with the operation of the jet pump, as well as this entire unit as a whole.

In this work, a SolidWorks solid model was developed, technological and design parameters of the vertical hydraulic classifier were calculated, and the parameters of its components were substantiated.

References

1. Andrii Bondarenko, Viktor Kukhar and Assel Nurmanova (2024). Innovative technology and equipment for stone processing sludge recycling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348, 012037. DOI 10.1088/1755-1315/1348/1/012037.

2. Bondarenko, A. O., Naumenko R. P. 2019. Comprehensive solution of recycling waste from stone processing industry. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, pp. 96–101. DOI: 10.29202/nvngu/2019-4/14.

3. Bondarenko, A.O., Jamil Haddad, O.O. Tytov, Fadi Alfaqs. 2021. Complex for Processing of Rubble Wastes of Stone Dressing. International Review of Mechanical Engineering (I.RE.M.E.), Vol. 15, N. 1, 44-50. https://doi.org/10.15866/ireme.v15i1.20205.

ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ВІД ШАХТНОГО ТРАНСПОРТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Козаченко Євген Сергійович, група 184-23д-4
Науковий керівник: к.т.н., доцент Інюткін І. В.

Шахтний транспорт є невід'ємною складовою технологічного процесу підземного видобутку корисних копалин і забезпечує переміщення гірничої маси, матеріалів, обладнання та персоналу в межах підземних виробок і на поверхні шахти. Від його ефективності залежить безперервність виробничого циклу, ритмічність роботи очисних і підготовчих дільниць, а також загальні техніко-економічні показники гірничого підприємства. Раціональна організація транспортних процесів дозволяє мінімізувати простої, знизити собівартість видобутку та підвищити продуктивність праці. Разом із тим експлуатація транспортних засобів, особливо обладнаних двигунами внутрішнього згоряння, супроводжується утворенням шкідливих викидів, що негативно впливають на повітряне середовище підземних виробок і умови праці гірників.

У підземних умовах застосовуються рейковий, безрейковий та конвеєрний транспорт. Рейковий транспорт представлений електровозами та вагонетками, які забезпечують перевезення значних обсягів гірничої маси на великі відстані. Безрейковий транспорт включає дизельні самохідні машини, навантажувачі, самоскиди та допоміжну техніку, що характеризуються високою маневровістю та гнучкістю використання. Конвеєрний транспорт широко застосовується в очисних вибоях та магістральних виробках завдяки безперервності подачі гірничої маси. Найбільш екологічно безпечним є електрифікований транспорт, зокрема контактні та акумуляторні електровози, оскільки вони не утворюють прямих газових викидів у виробках. Однак повна електрифікація шахтного транспорту потребує значних капіталовкладень і модернізації інфраструктури.

Дизельні локомотиви та самохідні машини залишаються поширеними через автономність, простоту експлуатації та можливість роботи в умовах відсутності контактної мережі. Проте саме вони є основним джерелом забруднення повітря підземних виробок. У процесі згоряння дизельного палива утворюються оксид вуглецю (CO), оксиди азоту (NO_x), сірчистий ангідрид (SO_2), альдегіди, незгорілі вуглеводні, а також тверді частинки сажі та аерозолі мастильних матеріалів. Наявність цих компонентів у повітрі зумовлює погіршення мікрокліматичних умов, зниження видимості та підвищення ризику аварійних ситуацій.

Особливістю підземних виробок є обмежений простір, складна конфігурація вентиляційної мережі та нерівномірність розподілу повітряних потоків. У таких умовах навіть незначне перевищення допустимих концентрацій шкідливих речовин може мати серйозні наслідки. Оксид вуглецю є особливо небезпечним через здатність зв'язуватися з гемоглобіном крові, утворюючи карбокси-

гемоглобін і порушуючи постачання кисню до тканин організму. Оксиди азоту викликають подразнення слизових оболонок, можуть спричиняти бронхіти та інші захворювання органів дихання. Тверді частинки дизельного аерозолю відносять до канцерогенних факторів, що підвищують ризик професійних захворювань.

Крім токсичного впливу, двигуни внутрішнього згоряння створюють додаткове теплове навантаження на вентиляційну систему. Виділення тепла, водяної пари та продуктів згоряння підвищує температуру й вологість повітря, що негативно впливає на самопочуття працівників і знижує їх працездатність. У глибоких шахтах із високою природною температурою гірських порід ця проблема набуває особливої актуальності, оскільки потребує збільшення обсягів провітрювання та додаткових витрат енергії.

Підвищені концентрації токсичних речовин спричиняють швидку втому, головний біль, зниження уваги та сповільнення реакції. У поєднанні з метаном і вугільним пилом вихлопні гази можуть утворювати вибухонебезпечні суміші. Тому контроль якості повітря та обмеження викидів є важливими складовими системи охорони праці. Дотримання гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин забезпечується як технічними, так і організаційними заходами.

Зниження негативного впливу шахтного транспорту потребує комплексного підходу. Найбільш ефективним напрямом є поетапний перехід на електричний транспорт, що дозволяє усунути газові викиди безпосередньо в підземному просторі. Використання акумуляторних машин нового покоління з підвищеною ємністю батарей і швидкою зарядкою відкриває перспективи повної відмови від дизельних двигунів. Водночас у перехідний період важливо застосовувати системи очищення вихлопних газів: каталітичні нейтралізатори, сажові фільтри (DPF), системи селективної каталізаторної нейтралізації (SCR) та рециркуляції відпрацьованих газів (EGR).

Важливим напрямом є модернізація двигунів шляхом використання електронних систем керування впорскуванням палива, турбонаддуву, інтеркулерів і малосірчистого палива. Це дозволяє зменшити витрати пального, підвищити коефіцієнт корисної дії та знизити рівень токсичності відпрацьованих газів. Додатково застосовуються системи автоматичного контролю технічного стану машин, що дає змогу своєчасно виявляти несправності та запобігати надмірним викидам.

Перспективним є використання альтернативних джерел енергії, зокрема гібридних силових установок та застосування метану, що виділяється з вугільних пластів. Такий підхід дозволяє одночасно вирішувати проблему дегазації шахт і зменшувати споживання традиційного палива. Автоматизація транспортних процесів і впровадження систем дистанційного керування знижують перебування персоналу в зонах із підвищеною концентрацією шкідливих речовин.

Окрім технічних рішень, важливе значення мають організаційні заходи: оптимізація маршрутів руху, зменшення холостого пробігу, чітке планування графіків роботи транспорту, регулярне технічне обслуговування та навчання персоналу. Ефективна вентиляційна система повинна забезпечувати достатній обсяг повітря для розбавлення шкідливих домішок, а також мати резерв потуж-

ності для аварійних ситуацій. Постійний газовий моніторинг дозволяє оперативно реагувати на зміни складу повітря та запобігати перевищенню нормативів.

Таким чином, проблема шкідливих викидів шахтного транспорту має комплексний характер і потребує системного підходу до її вирішення. Поєднання електрифікації, модернізації техніки, впровадження систем очищення вихлопних газів, удосконалення вентиляції та раціональної організації праці дозволяє значно покращити умови роботи гірників і підвищити рівень екологічної безпеки підприємства. Подальший розвиток галузі пов'язаний із впровадженням беземісійних технологій, цифрових систем контролю та принципів сталого розвитку у гірничому виробництві.

Перелік посилань

1. Афанасьєв О.І. Технологія підземного видобутку корисних копалин. – Київ: НГУ, 2018. – 412 с.
2. Гончаренко М.М. Шахтний транспорт: конструкції та експлуатація. – Дніпро: Наукова думка, 2019. – 356 с.
3. Дубровський В.О. Вентиляція підземних гірничих виробок. – Харків: ХНУ, 2021. – 298 с.
4. Петренко С.В. Охорона праці в гірничій промисловості. – Київ: Техніка, 2022. – 320 с.

CONCEPT AND CLASSIFICATION OF MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS FOR SELECTING A TRANSPORT SYSTEM

Dnipro University of Technology

Kolchanov K.O., student 184-23D-10, Kolchanova P.K., student 113-24-1.
Scientific advisor: PhD, Associate Professor Yehorchenko R.R.

The efficiency of mining enterprises largely depends on the rational organization of transport processes. The choice of a transport system is one of the key stages in mine planning and must be carried out with consideration of the mining and geological conditions of the deposit. These conditions determine the feasibility of using specific types of transport, their productivity, reliability, and economic efficiency.

Mining and geological conditions represent a set of natural factors characterizing the geological structure of the deposit, the physico-mechanical properties of rocks, the hydrogeological and gas-dynamic state of the rock mass, as well as the degree of tectonic disturbance. They form the technical constraints and requirements for the transport system at all stages of deposit development.

In Ukraine, with its diverse mineral resource base (Donbas coal, Kryvyi Rih iron ores, and other deposits), mining and geological conditions – including complex geological structures, significant mining depths, and issues of water inflow – necessitate the implementation of modern, high-performance, and reliable transport systems to ensure stable operation of mining enterprises.

Geological conditions, particularly the shape, thickness, and strike of the ore body, determine the direction of material transportation and the length of transport routes. In cases of extended and relatively uniform ore bodies, continuous transport systems such as belt conveyors are the most efficient. At deposits with complex geometry or sharp changes in transport direction, more flexible systems such as truck haulage are preferable.

Geomechanical properties of rocks also play a crucial role. Rock strength, fracturing, and stability influence the feasibility of constructing permanent transport drifts and operating heavy transport equipment. In unstable rock masses, mobile transport systems that require minimal fixed infrastructure and can be easily adapted to changing geological conditions are more appropriate.

Hydrogeological conditions significantly affect the choice of a transport system. The presence of groundwater and high water inflow rates complicate the operation of transport routes, increase corrosion of equipment, and lower operational safety. Transport systems with increased moisture resistance must be used under such conditions, accompanied by efficient dewatering measures.

Gas content and temperature regime, especially in deep mines and large open pits, impose additional restrictions. Elevated gas concentrations limit the use of diesel transport and require electrified or explosion-proof transport systems.

For design purposes, mining and geological conditions should be classified according to the degree of complexity, rock stability, hydrogeological characteristics,

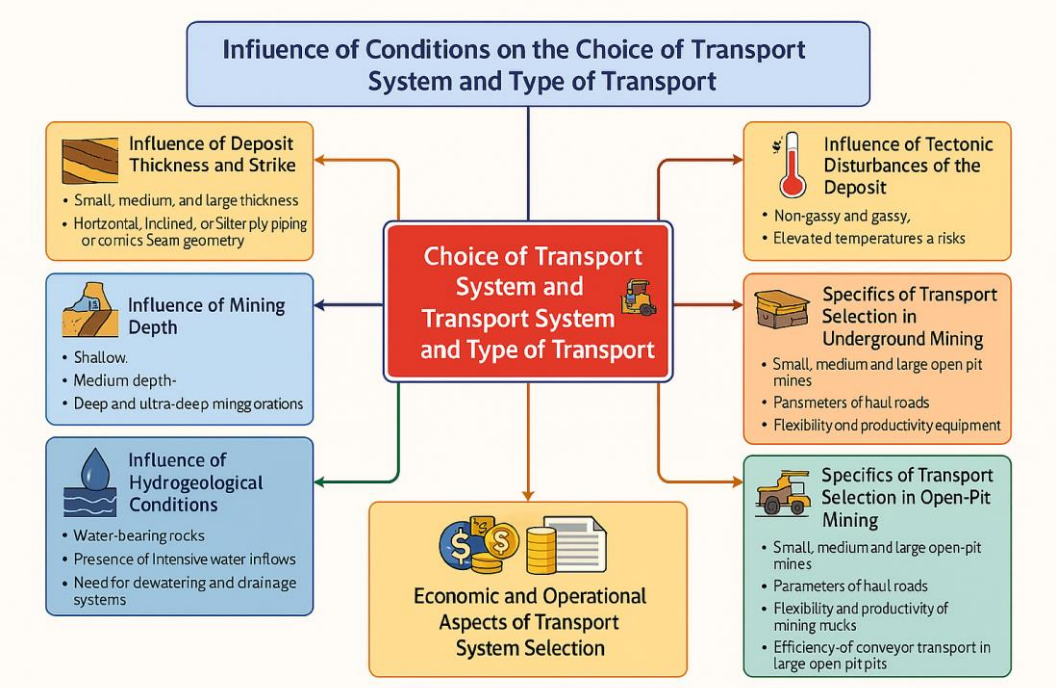
and gas content. Such classification allows for a systematic assessment of mining conditions and ensures a scientifically grounded selection of a transport system that guarantees efficiency, safety, and economic viability.

Mining and geological conditions have a decisive influence on transport selection. A rational choice ensures efficient, safe, and economically sustainable mineral extraction. A comprehensive analysis of conditions allows optimizing transport processes and increasing the competitiveness of mining enterprises.

Key factors influencing the choice of a transport system:

- influence of ore body thickness, shape, and strike;
- influence of mining depth;
- influence of physico-mechanical properties of rocks;
- influence of hydrogeological conditions;
- influence of gas content and temperature regime;
- influence of tectonic disturbance;
- specifics of transport selection in underground mining;
- specifics of transport selection in open-pit mining;
- economic and operational aspects of transport system selection.

Classification of conditions for transport system selection:



The prospects for the development of transport systems in the mining industry are determined by the combined requirements for increasing productivity, energy efficiency, and operational safety, while simultaneously considering the complex mining and geological conditions of mineral deposits. One of the leading directions is the automation of transport processes, which reduces the influence of the human factor, improves operational accuracy, optimizes haulage routes, and lowers operating costs. Modern automated systems enable the adaptation of transport logistics to changes in mining and geological conditions in real time, which is

particularly important in deposits with complex geometry, increased fracturing, or unstable rock masses.

A second promising direction is the electrification of transport complexes, which decreases dependence on diesel fuel, reduces emissions of harmful substances, and increases the efficiency of equipment operating under conditions of high gas content and elevated temperatures. The use of electric traction significantly reduces the risk of fire-hazardous situations and ensures safer working conditions in underground mine workings.

A third strategic trend is the implementation of unmanned (robotic and autonomous) transport systems, which creates opportunities for operation in highly hazardous or difficult-to-access zones where traditional transport equipment may be inefficient or unsafe. Autonomous transport significantly improves safety levels, ensures continuity of haulage, and enables more flexible response to changes in mining and geological parameters.

Thus, the future development of transport systems at mining enterprises will be based on the integration of automated, electrified, and autonomous transport technologies capable of adapting to diverse mining and geological conditions. The implementation of these directions will contribute to increasing the efficiency and environmental sustainability of mining operations, reducing production risks, and ensuring the long-term stable functioning of the mining sector.

References:

1. Bondarenko V. I. Fundamentals of Mining Production. Kyiv: Tekhnika, 2018.

2. Kravets V. H. Open Pit Mining. Dnipro: NGU, 2017.

3. Kuzmenko O. M. Mining Machines and Transport. Dnipro: NTU “Dnipro Polytechnic”, 2019.

4. Shyrin L. N., Pryhunov O. S., Denyshchenko O. V. Transport Complexes of Quarries: Textbook. Dnipro: National Mining University, 2013.

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ РОЗГАЛУЖЕНОЇ ШАХТНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ МЕРЕЖІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лукашев Дмитро Сергійович, група 184-23-1 ІП
***Науковий керівник*: ст. викладач Трофимова Олена Павлівна**

На сьогодні актуальним залишається використання стиснутого повітря на вуглевидобувних підприємствах для живлення машин та механізмів. Зокрема, на шахтах, що є небезпечними за газом і раптовими викидами, пневматичні установки є найбільш потужними споживачами електроенергії.

Шахтна пневматична мережа включає магістральний трубопровід та ділянкові розподільні мережі. Магістральний трубопровід являє собою складну мережу, що з'єднує компресорну станцію з пунктами споживання стиснутого повітря в шахті. Трубопровід складається з десятків простих ділянок; причому сумарна довжина труб його може досягати 20–30 км й більше.

Проєктування такої пневматичної мережі передбачає вибір діаметрів труб окремих ділянок магістрального трубопроводу, що мають забезпечити нормальну роботу всіх споживачів стиснутого повітря шахти, тобто, не менший за номінальний для всіх споживачів [1]. Велика протяжність мережі призводить до значних втрат тиску та енергії, і відповідно, до падіння продуктивності пневматичного обладнання (відбійних молотків, насосів, ерліфтів, тощо). Тому, для швидкого та точного аналізу стану мережі, виникає необхідність застосування комп'ютерного моделювання режимів роботи такої мережі.

Для дослідження залежності тиску у найвіддаленішого споживача від компресорної станції було створено математичну модель шахтної пневмомережі у середовищі MATLAB [2]. При моделюванні вихідні даними приймалися:

- схема шахтної пневматичної мережі, на якій зазначено довжини кожної виробки та розташування пунктів споживання;
- кількість та тип споживачів стиснутого повітря в кожному пункті;
- характеристики споживачів стиснутого повітря.

Витрати повітря розраховувалися з урахуванням коефіцієнтів зносу, завантаження та одночасності роботи споживачів. За критичний критерій працездатності мережі було прийнято тиск, що відповідає мінімальному номінальному тиску обладнання на ділянці (в даній роботі, це споживач – насос водовідливу (пункт 1), тиск становив 0,4 МПа). Також враховувалася нижня межа ефективної відбійних молотків – 0,4 МПа. При моделюванні прийняли до уваги, що якщо при зниженні тиску пневматичних двигунів від 0,5 МПа до 0,4 МПа енергія удару молотків лише знизиться на 30–40%, то падіння тиску нижче 0,4 МПа може призвести до того, що потужності вже не вистачить для роботи інструменту.

Для аналізу стану мережі у середовищі MATLAB було розроблено математичну модель аналізу шахтної пневматичної мережі. Алгоритм побудовано на основі послідовного обчислення сукупних витрат повітря від кінцевих споживачів до компресорної станції та ітераційному обчисленні втрат тиску за рів-

нянням Дарсі-Вейсбаха [1].

Результати моделювання – графік залежності тиску від завантаження мережі – представлено на рис. 1.

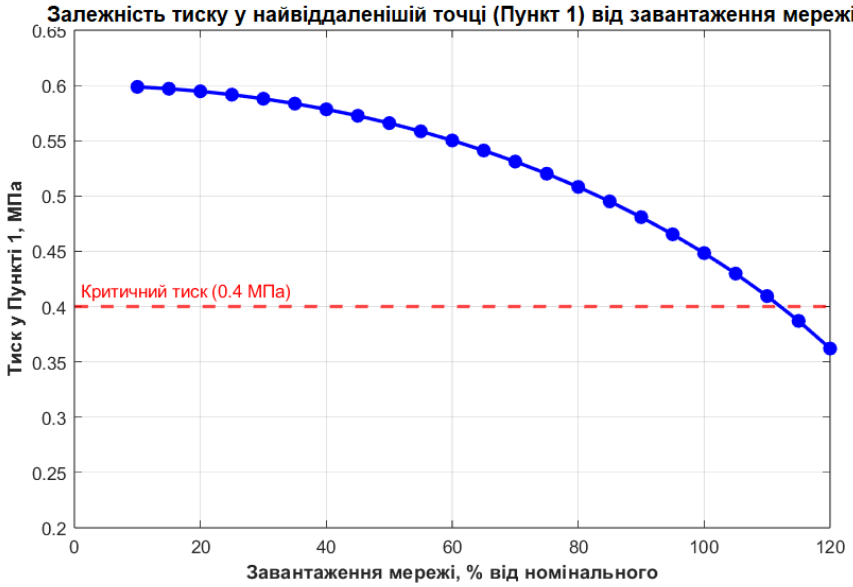


Рис. 1 Залежність тиску повітря від завантаження шахтної пневматичної мережі

Аналізу результатів моделювання за отриманим графіком, за номінальним режимом роботи системи, показав, що при 100 % завантаженні мережі тиск у найвіддаленішого споживача становить близько 0,45 МПа. Це говорить про те, що система працює стабільно. А критична межа (0,4 МПа) досягається при перевантаженні системи до 112–113 %. При завантаженні до 120% тиск падає до 0,36 МПа, що вже унеможливлює роботу механізмів.

Результати моделювання підтверджують, що обрана конфігурація пневматичної мережі здатна забезпечити номінальну роботу машин та механізмів. При цьому, для запобігання позапланової зупинки роботи обладнання необхідно контролювати, щоб одночасне включення механізмів не перевищувало 112% від розрахункового. І за потреби розширення пневматичної мережі знадобиться збільшення діаметра магістральних труб.

Перелік посилань

1. Методичні рекомендації до проєктування пневматичних установок гірничих підприємств / О.С. Савенчук, Ю.І. Оксень. – Д.: НГУ, 2007. – 27 с.

2. MathWorks. App Building in MATLAB. URL: https://www.mathworks.com/help/matlab/app-building.html (дата звернення: 31.03.2026).

FORECASTING THE GEOMECHANICAL STATE OF IRON ORE MASS IN KRYVBAS IN ACTUAL MINING ZONES AT DEEP LEVELS

Dnipro University of Technology

Lyaskovka Artem Oleksandrovich, Group GRm-25-8
Academic Supervisor: Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor Kosenko Andriy Volodimirovich,

The productive strata of the Kryvyi Rih iron ore basin are represented by the Saksagan iron ore suite [1]. It regularly alternates seven iron-bearing and seven shale stratigraphic horizons, which include disjunctive faults represented by fracture systems of varying orientation and intensity, dividing them into smaller structural elements [2]. High-grade iron ores (iron content from 46 to 69 %, basin average 57.7 %) form sheet- , pillar-, nest-, stock-, and lens-shaped deposits within ferruginous horizons 4, 5, and 6, ranging in thickness from 10 to 220 m and strike length from 100 to 1,000 m [3]. Dip angles of the deposits vary from 35° to 80° and are characterized by sinuous contours, variable dimensions along dip and strike, numerous pinchouts, and "blind" sections. A distinctive feature of the Kryvyi Rih iron ore basin is the presence of thick complexes of sheet-like deposits of inclined and steep dips with a complex geostructure of the iron ore horizons of individual deposits [4]. The successive superposition of processes of sedimentation, metamorphism, hydrothermal and hypergene alteration has resulted in a significant diversity of the material composition and physical and mechanical properties of ores.

Analysis of physical and mechanical properties eliminates the notion of rock masses as lithologically homogeneous and physically and mechanically isotropic geological spaces, and the notion of the distribution of initial stresses within them as uniform and linearly gradient with depth [5]. Consequently, when predicting the parameters of methods of mining, quantitative consideration and assessment of the manifestations of these geological factors are necessary.

Therefore, the aim of the study is to predict the parameters of the geomechanical states of the actual mining zones at deep levels of the development of thick, steeply dipping, stratified iron ore deposits, the consideration of which will allow the design of stable structural elements of efficient and safe geotechnologies for method of mining.

The research methodology is based on an iterative approach, which involves successively refining the geostructure of the deposit mass from quasi-homogeneous to realistic, corresponding to the key characteristics of specific deposits in Kryvbas [6]. This ensures that the structural elements of the ore-rock mass are quasi-homogeneous and quasi-continuous.

The problem of determining stress differentiation in a deposit's rock mass during mining operations is solved using a method of successive cycles of additional stresses [7]. The stress field in the underworked rock mass can be represented at each cycle stage as a superposition of stress state fields: the initial geological stress field, determined by geological forces and the influence of the rock mass's macrostructure,

and the additional man-made stress field, caused by the expansion of free internal space due to the extraction of ore reserves and the pressure forces of collapsed rock filling the caving zone [8]. The process of mineral extraction within the stope levels at each stage is considered to be conditionally instantaneous.

The caving zone is a canyon-like excavation open toward the earth's surface, filled with collapsed hanging-wall bedrock, barren inclusions, and lost ore. The shape of the caving zone depends on: the deposit class; the thickness and dip angle of the ore deposit; and the nature of the movement and collapse of the underworked hanging-wall rock (with or without lag behind the actual mining level).

To determine the significance of initial, geologically-originating rock pressure on the stress state of the rock mass in the zone of the levels of the actual mining, studies were conducted using various initial stress field characteristics. The initial stress field was assumed to be both uniform and non-uniform, with different lateral thrust coefficients. The first stage of the study assessed the influence of the rock mass's structural heterogeneity on the initial stress distribution. Five rock mass structure variants were analyzed sequentially. The second stage of the study assessed the influence of the mined-out space's shape on the stress state of the rock mass in the actual mining zone.

The following was established during the research.

The development of deep-level mining operations in the Kryvbas mines leads to significant stress changes, with the formation of new zones of high and low stress concentrations near mined-out and stope areas. Specifically, these stress concentration zones form in the supporting heel of the hanging wall rock cantilevers when their collapse lags behind the stope, a characteristic feature of caving methods.

The parameters of local stress fields depend on the deformation properties, dimensions, and spatial orientation of the entire rock layer system. The area of influence of each layer extends over a distance of up to three times its characteristic dimensions. The stress distribution across the thickness of steeply dipping layers exhibits a clearly defined maximum or minimum, located at the hanging wall or footwall of the layer in question, depending on whether the ratio of the deformation moduli of the layer to the host rock is greater or less than unity. The difference between stress values at opposite boundaries of rock layers increases with the greater the ratio of the deformation moduli of the layer to the host rock. The results of these studies are in good agreement with experimental measurements and theoretical studies conducted by other authors.

It has been established that the stress field in the actual mining zone of thick, steeply dipping ore deposits is contrast-differentiated and depends on the initial stress state, the shape of the mined-out space, the geological and structural features of the rock mass, and the nature of the movement of the underworked hanging wall rock. It has been established that the main maximum stresses in the ore mass are oriented nearly perpendicular, while the minimum stresses are parallel to the dip of the structure-forming rock strata.

It was established that during the period of collapse and displacement of hanging wall rocks from the mining level to the surface, zones of steady-state supporting pressure were absent in the stope area with boundaries extending up to

300–500 m into the mass from the edge of the thick ore deposit. However, in the case of cantilevered suspended rock within the hanging wall of the ore mass, a localized area of relatively elevated stresses appears within the mining horizon, the concentration of which increases with increasing cantilever span. In the area encompassing the contact zone of the footwall of the deposit and its host rocks, initial stress relief is maintained. As a result, dependences for stress distribution across the strike of the ore deposit at the mining level were obtained.

Of the listed factors, structural-geological factors are of particular importance, since they, along with mining-technical factors, have a decisive influence on the differentiation of the initial stress field in the zone of the levels of the actual mining, which in turn is a determining factor in the assessment and selection of stable forms and sizes of structural elements methods of mining: outcrops and enclosing pillars in the stoping chambers.

References

1. Kosenko, A. (2023). Development of an Efficient Process Scheme for Breaking High-Grade Iron Ores of Low Strength and Stability During Sublevel Caving. Science and Innovation, 19(3), 38–47. https://doi.org/10.15407/scine19.03.038

2. Pysmennyi, S., Chukharev, S., Peremetchy, A., Fedorenko, S., & Matsui, A. (2023). Study of stress concentration on the contour of underground mine workings. Inżynieria Mineralna, 1(1 (51)), 69–78. https://doi.org/10.29227/IM-2023-01-08

3. Kalinichenko, V., Pysmennyi, S., Shvaher, N., & Kalinichenko, O. (2018). Selective underground mining of complex structured ore bodies of Kryvyi Rih Iron Ore Basin. E3S Web of Conferences, 60, 00041. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20186000041

4. Bazaluk, O., Petlovanyi, M., Sai, K., Chebanov, M., & Lozynskyi, V. (2024). Comprehensive assessment of the earth's surface state disturbed by mining and ways to improve the situation: case study of Kryvyi Rih Iron-ore Basin, Ukraine. Frontiers in Environmental Science, 12. https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1480344

5. Pysmennyi, S., Kalinichenko, V., Shvaher, N., Panova, S., & Mutambo, V. (2025). Combined surface-underground mining of Kryvyi Rih basin deposits beneath the bottom and walls of active open pits. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1457(1), 012007. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1457/1/012007

6. Pigulevskyy, P. G., Svistun, V. K., Mechnikov, Yu. P., Kyrylyuk, O. S., & Lisovoy, Yu. V. (2017). Features of disjunctive tectonics of Krivoy Rog iron ore area. Geofizicheskiy Zhurnal, 38(5), 154–163. https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v38i5.2016.107829

7. Bazaluk, O., Petlovanyi, M., Lozynskyi, V., Zubko, S., Sai, K., & Saik, P. (2021). Sustainable Underground Iron Ore Mining in Ukraine with Backfilling Worked-Out Area. Sustainability, 13(2), 834. https://doi.org/10.3390/su13020834

8. Mutambo, V., Mpaka, B., Sinkala, P., Chukharev, S., & Pysmennyi, S. (2025). Assessment of geotechnical considerations for ground control and stability in the synclinorium area at Nkana mine of Zambia. IOP Conference Series: Earth and

Environmental Science, 1491(1), 012055. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1491/1/012055

DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF A VIBRATING SCREEN GV 1.2X3.0 WITH A SPRAYING SYSTEM

Dnipro University of Technology

Danylo Nalyvaiko, st. gr. 133-22-2
***Scientific supervisor*: Andrii Bondarenko, D.Sc. (Tech.), Professor of the Department of Engineering and Design in Machinery Industry, Professor**

The installation based on a vibrating screen GV 1.2x3.0 with a spraying system is a stationary installation (Fig) intended for washing, classifying minerals by size, dewatering raw materials and reloading them for further transportation, for example, by a belt conveyor [1].

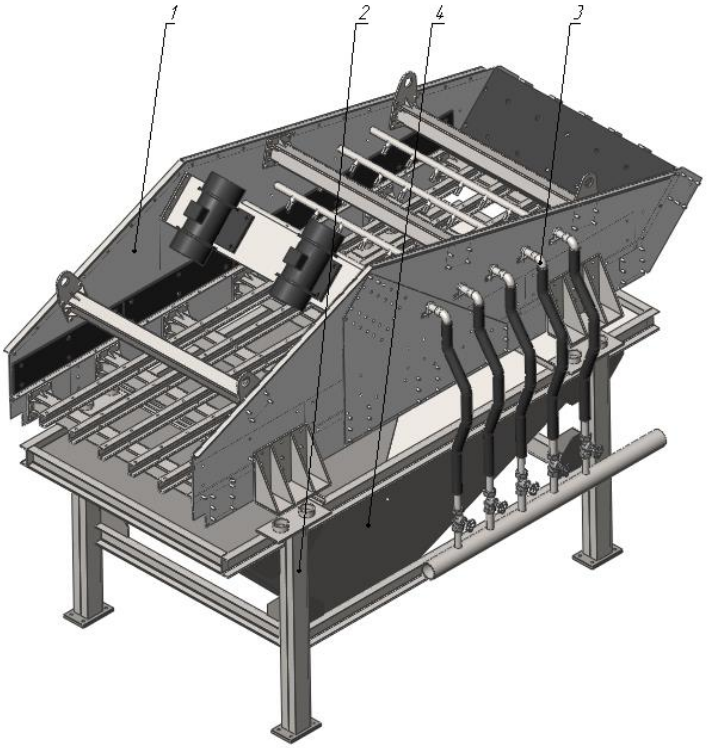


Fig. The vibrating screen GV 1.2x3.0 with a spraying system: 1 – vibrating screen GV 1.2x3.0; 2 – support frame; 3 – water supply and spraying system; 4 – sludge hopper

The installation based on a vibrating screen GV 1.2x3.0 with a spraying system consists of the following assembly components:

1 – vibrating screen GV 1.2x3.0 ensures the implementation of the process of vibration classification of raw materials under the influence of linear harmonic vibrations, cleaning of raw materials from dusty impurities by spraying raw materials from spraying nozzles, dehydration of raw materials under the influence of high-frequency self-synchronized vibrations under the influence of vibration drives;

2 – the support frame ensures reliable installation of the vibrating screen GV 1.2x3.0 in the required position, which ensures the unloading of the sub-screen raw material in the slurry to the sludge hopper and the supply of dehydrated raw material and its overloading for further transportation by a belt conveyor;

3 – water supply and spraying system, provides water supply in a certain amount to the spraying nozzles of the vibrating screen GV 1.2x3.0 for the purpose of washing the material and cleaning it from dusty contaminants;

4 – sludge hopper, ensures the capture of the under-screen product in the form of slurry and its discharge to the sludge clarifier.

Vibrating screen GV 1.2x3.0 (Fig) is a vibrating device that performs washing and separation of minerals by size. The process of high-frequency classification of granular minerals in such a design occurs due to the horizontal or inclined arrangement of the sieves, as well as high-frequency vibration with linear oscillations generated by two vibration drives.

The advantages of the vibrating screen GV 1.2x3.0 are high efficiency of vibration classification and cleaning of raw materials from dust, with the relative simplicity of the screen design. In the operation of the vibrating screen GV 1.2x3.0, a wide range of parameters of the frequency of linear oscillations and amplitude corresponding to the parameters of the vibration drives is used [2].

The sieve on the vibrating screen GV 1.2x3.0 is fixed horizontally, therefore, linear directional oscillations of the drive are required for the movement of the material along the sieve.

The principle of operation of self-synchronized high-frequency screens of this type, such as the vibrating screen GV 1.2x3.0, consists in the movement of minerals along a horizontally installed sieve by the action of linear vibrations directed at an angle of 45 degrees, which is the driving force caused by the rotation of the unbalances of the vibration drives. This installation of the drives, the location of their unbalance shafts, encourages the mineral to move in the direction from the area of its loading to the area of its unloading in small jumps [3].

The water supply, which is adopted according to the technical specifications, is provided for washing the material from dust on the sieve.

Taking into account the recommendations, the total water supply for spraying will be

$$Q = n_p n_{fp} Q_f = 5 \cdot 5 \cdot 1.45 = 36.25 \text{ м}^3\text{/h},$$

where n_p – number of distribution pipes on the sieve, pcs.; n_{fp} – number of nozzles on each pipe, pcs.; Q_f – the water supply through one nozzle, м^3/h.

We assume the number of nozzles used is 25 pcs. i.e. with the number of nozzles in the spraying system being 5 pcs. the number of nozzles per nozzle is 5 pcs.

Calculating the rational diameter of a pipeline is a complex task that requires technical and economic calculations and taking into account many factors. This is due to the close relationship between the parameters of the designed pipeline and the flow of the fluid being pumped. Increasing the speed of the pumped liquid allows to reduce the diameter of the pipeline required to maintain a given flow rate, which reduces its material consumption, makes system installation easier and cheaper. At the same time, increasing the speed inevitably entails pressure losses, which require additional energy expenditure for pumping the liquid.

The rational diameter for a total water supply of 36.25 м^3/h will be:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 36.25}{3600 \cdot \pi \cdot 3}} = 0.065 \text{ m}.$$

We accept a pipe diameter of 70 mm with a wall thickness of 2.5 mm in accordance with DSTU 8943-2019 Electric-welded steel pipes for supply 36.25 м^3/h.

In this work, a SolidWorks solid model was developed, technological and design parameters of the vibrating screen GV 1.2x3.0 with a spraying system were calculated, and the parameters of its components were substantiated.

References

1. Andrii Bondarenko, Viktor Kukhar and Assel Nurmanova (2024). Innovative technology and equipment for stone processing sludge recycling. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1348, 012037. DOI 10.1088/1755-1315/1348/1/012037.

2. Bondarenko, A. O., Naumenko R. P. 2019. Comprehensive solution of recycling waste from stone processing industry. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, pp. 96–101. DOI: 10.29202/nvngu/2019-4/14.

3. Bondarenko, A.O., Jamil Haddad, O.O. Tytov, Fadi Alfaqs. 2021. Complex for Processing of Rubble Wastes of Stone Dressing. International Review of Mechanical Engineering (I.RE.M.E.), Vol. 15, N. 1, 44-50. https://doi.org/10.15866/ireme.v15i1.20205.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ТРАНСПОРТУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДІЛЬНИЧНИХ ВИРОБОК

НТУ «Дніпровська політехніка»

Осауленко Владислав Олександрович,
Солонець Віталій Валерійович, група 184-23ск-1,
Доронін Олександр Андрійович, група 184-23-1.
***Науковий керівник* к.т.н., доц. Барташевський С.Є.**

Однією з найскладніших ділянок транспорту на вугільних шахтах України є транспортно-технологічні комплекси очисних та прохідницьких вибоїв. Оскільки дільничі виробки проводяться відповідно до гіпсометрії вугільного пласта, вони мають вони мають знакозмінний профіль що копіює профіль пласта. Одним з чинників цього е необхідність забезпечити можливість перевантаження вугілля з конвеєру очисного мехкомплексу на дільничну конвеєрну лінію. Під час розробки довгими стовпами за простяганням, до дільничних штреків прилягають похилі конвеєрні квершлаги та механізовані ходки для доставки людей та обладнання з кінцевими канатними відкатками на них. Неможливість ефективної роботи локомотивної відкатки у виробках з завищеними ухилами шляху та в похилих виробках призводить до ступінчастості транспорту і, відповідно, до зниження ефективності роботи транспорту.

Проведений аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду [1] показав основні тенденції розвитку шахтного допоміжного транспорту для транспортування вантажів, у виробках похилих, та знакозмінного профілю. До них відносяться:

- Надґрунтові дороги на основі стандартної рейкової колії з канатним тяговим органом.
- Надґрунтові дороги на спеціальних, рейкоподібних напрямних із зубчастою рейкою.
- Підвісні монорейкові дороги.

На даний час більшість у більшості дільничних виробок під час проведення для відкатки гірничої маси та доставки крепіжних матеріалів використовують надґрунтові канатні дороги типу ДКН, в яких закільцьований канат пересуває за човниковою схемою тяговий візок що буксирує стандартні вагонетки з вантажем по рейкових коліях. Для доставки людей використовують спеціальні візки. Проаналізований досвід експлуатації таких доріг дозволяє визначити їх як досить ефективний, надійний та безпечний транспортний засіб. Однак тривала експлуатація виявила і ряд недоліків. Пучіння порід почви призводить до деформації поперечного профілю шляху, коли перевищення головки однієї рейки над другою суттєво перевищує нормативні покажчики, що призводить до опрокидання вагонів і сходів составів з рейок.

Окремою проблемою е перевезення вантажів великої ваги. Сучасні очисні механизовані комплекси дозволяють відпрацювати по 2-3 лави без видачі на поверхню для капітального ремонту. У зв’язку з цим актуальною е проблема демонтажу, транспортування та монтажу мехкомплексу на новому місці робо-

ти. Вага окремих секцій мехкріплення та вузлів комбайну може складати понад 25т., та механізація монтажно-демонтажних робіт. Наразі в Україні відсутні вагонетки призначені для транспортування таких вантажів, а для механізації монтажно-демонтажних робіт використовуються лебідки та домкрати.

Традиційно на вугільних шахтах України використовувалися монорейкові дороги з канатним приводом для забезпечення транспортування допоміжних вантажів в дільничних виробках.

Монорейкові дороги дозволяють здійснювати ефективне транспортування людей і вантажів по виробленням з кутами нахилу до 30 ° незалежно від стану ґрунту. Як рейкову напрямну використовуються підвішені двотаврові балки, якими переміщуються каретки з вантажем і людьми.

Залежно від конструктивних особливостей доріг, роль тягового органу може виконувати замкнутий канат, приєднаний до тягової каретки. Такі дороги працюють за човниковою схемою. Як приводний блок використовується лебідка зі шківом тертя. Ці дороги характеризуються обмеженою довжиною та вагою перевозимого вантажу.

До монорейкових доріг, що працюють за човниковою схемою відносяться також дороги з електро-гідравлічним тягачем, що отримує енергію по гнучкому кабелю. Застосування тягача, що отримує електроенергію із зовнішнього джерела, дозволяє спростити та здешевити його конструкцію, підвищивши його енергоозброєність. Однак обмежена довжина кабелю дозволяє використовувати його тільки дільничними виробками. Дорогі такого типу наразі в Україні не використовуються.

Для монорейкових доріг, призначених для транспортування вантажів на великі відстані по розгалуженій трасі, використовуються автономні локомотиви-акумуляторні та дизельні. Як рушій можуть застосовуватися притискні ролики, що забезпечують передачу тягового зусилля за рахунок сил тертя між ними і двотавровою балкою і зірочки, що входять в зачеплення з розміщеними на монорейці зубчастою рейкою або рейками. На дійсний час в Україні використовують монорейкові дороги з дизельними локомотивами. Вони є складовою транспортно-технологічних схем з прискореного перемонтажу очисних механізованих комплексів забезпечуючи:

- Механізацію робіт у демонтажній камері за рахунок використання талей кареток у якості кранів.
- Транспортування елементів механізованого комплексу по виробкам шахти від демонтажної до монтажної печі.
- Механізацію робіт у монтажній камері за рахунок використання талей кареток у якості кранів.

Аналіз досвіду експлуатації монорейкових доріг із зубчастою рейкою показав, що за рахунок передачі тягового зусилля зачепленням вони мають високі тягово-гальмівні характеристики. Великою перевагою підвісних монорейкових доріг е їх незалежність від процесів пучіння почви виробок, локальних затоплень. Але високі динамічні навантаження від проходу составів на арочне кріплення виробок, а у разі використання комбінованого кріплення з використанням

арочної кріплення та анкерів негативно відбивається на стані кріплення та гірського масиву покрівлі, особливо у зоні активного прояву гірського тиску після осідання порід покрівлі. Це призводить до зменшення ефективного перерізу виробки для пропуску повітря та порушення нормативних зазорів між кріпленням та обладнанням, зміни профілю монорейкового шляху.

На наш погляд додаткова ступінчастость транспорту, динамічні навантаження на кріплення, що призводить до втрати ним несучої спроможності, висока вартість монорейкових доріг призводять до того що використовувати їх целесообразно лише на таких відповідальних роботах як перемонтаж очисних механізованих комплексів.

Перспективним напрямком вдосконалення транспорту для похилих та дільничних виробок на наш погляд є надґрунтові дороги на рейкоподібних напрямних із зубчастою рейкою. Вони дозволяють здійснювати ефективне транспортування пасажирів та всіх видів вантажів, включаючи великовагові. Рейкові напрямні є секції моноблок зі швелерів із зубчастою рейкою що дозволяю безаварійно здійснювати пропуск составів навіть в умовах пучіння почви. Більш того, тиск від колії та составів, особливо під час перевезення важких вантажів, на почву виробок створює зусилля яке протидіє пучінню.

Рухомий склад таких доріг дозволяє транспортувати вантажі масою до 40 тон під кутами нахилу до 40°. У разі використання дороги як засіб дільничного транспорту як локомотив виступає електрогідравлічний тягач, що отримує енергію по гнучкому кабелю. Наявність стрілочних перекладів дозволяє використовувати дороги такого типу як магістральний транспорт, що працює за розгалуженою схемою. Для маршрутів великої протяжності, наприклад під час перемонтажу лави, застосовуються дизель-гідравлічні локомотиви. Є позитивний та обширний закордонний досвід використання зубчастих надґрунтових доріг для транспортування крепіжних матеріалів, доставки людей.

Можуть використовуватися ці дороги також і для транспортування вугілля та породи. При цьому на платформи встановлюються контейнери для сипучих вантажів, а на сполученні рейкової дороги з локомотивним транспортом обладнується ділянка перевантаження з підвищеною шириною виробки, шляховим розвитком, монорейкою якою пересувається підйомний пристрій, штовхачем вагонеток, опрокидачом та приємною воронкою.

Перелік посилань

1. Шахтні канатні дороги: Монографія/О.В. Денищенко.-Д.: НГУ, 2011.-160с.

2. НПАОП 10.0-1.01-10. Правила безпеки у вугільних шахтах. - К. Друкарня ДП «Редакція журналу « Охорона праці», 2010. - 430с.

3. https://www.ferrit.cz/ru/products/napocvennyj-transport/napocvennaa-zubcataa-doroga

4. Проєктування транспортних систем і комплексів гірничих підприємств: навч. посіб. / О.М. Коптовець, Є.А. Коровяка, В.В. Яворська, Л.Н. Ширін, С.Є. Барташевський; М-во освіти і науки України, Нац.техн.ун-т «Дніпровська політехніка». -Дніпро: Журфонд, 2023. – 296с.

IMPACT OF QUARRY TRANSPORT INFRASTRUCTURE ON THE ENVIRONMENT

Dnipro University of Technology

Petriakov.I.M., student 184-23D-8, Vokhnyk V.S., student GR-25-7.
Scientific advisor: **PhD, Associate Professor Yehorchenko R.R.**

The transport infrastructure of quarries is an essential component of the mining industry, as it ensures the transportation of mined rock, equipment, and auxiliary materials. Its main elements include quarry haul roads, railway tracks, conveyor lines, transport junctions, and auxiliary facilities. Intensive operation of transport systems in quarries is accompanied by significant anthropogenic pressure on the natural environment.

One of the main factors of negative impact is air pollution. During the movement of heavy-duty trucks and other mining equipment, a significant amount of dust is raised from the surfaces of quarry roads. In addition, internal combustion engines emit harmful gases such as nitrogen oxides, carbon monoxide, and hydrocarbons. Dust and gaseous emissions can spread over large distances, leading to reduced air quality and having adverse effects on vegetation, soil, and human health.

Another important consequence of transport infrastructure operation is the disturbance of soil cover and natural landscapes. Construction of quarry roads and transport communications requires large land areas. This process leads to the removal of fertile soil layers, alteration of natural relief, and destruction of natural ecosystems. Such disturbances may result in land degradation and a decrease in local biodiversity.

The transport system of quarries also has a significant impact through noise and vibration. The operation of heavy machinery and the movement of quarry dump trucks and locomotives are accompanied by high levels of noise and vibration. Constant noise negatively affects wildlife and can create unfavorable conditions for local populations living near mining enterprises.

Water pollution is another important aspect of environmental impact. Atmospheric precipitation washes dust, rock particles, petroleum products, and technical fluids from quarry road surfaces. As a result, these substances may enter surface and groundwater, leading to deterioration of water quality and causing negative effects on aquatic ecosystems.

Transport infrastructure also influences the formation of local microclimatic conditions. Large open quarry areas, intensive movement of machinery, and the absence of vegetation contribute to increased surface temperatures, changes in wind regimes, and intensified deflation processes. These factors can increase dust load and worsen sanitary and hygienic conditions in the affected zone.

The problem of anthropogenic pressure on the geological environment also requires special attention. Constant vibrations and dynamic loads from heavy machinery can accelerate the development of cracks in quarry walls, increasing the risk of landslides and collapses. In addition, excessive use of haul roads at lower quarry levels may complicate drainage processes and promote the accumulation of surface water.

To assess the level of dust pollution during the transportation of mined rock, calculation models may be used. These models take into account the type of road surface, traffic intensity, particle-size distribution of the rock, wind speed, and technical characteristics of transport equipment. Such approaches make it possible to forecast environmental risks and develop measures to reduce negative impacts.

In summary, quarry transport infrastructure is one of the key sources of anthropogenic pressure on the environment. Its impact manifests through air and water pollution, landscape degradation, increased noise and vibration levels, as well as negative changes in microclimate and geological stability. Reducing environmental impact is possible through the implementation of modern dust suppression technologies, optimization of transport routes, transition to electric transport, and the application of environmental protection and land reclamation measures.

The estimated amount of dust emissions can be determined using the formula:

$$Q=k*V*S,\ t/year; \quad (1)$$

where Q – the amount of dust emissions, t/year; K – the dust emission coefficient; V – the traffic intensity; S – the road surface area.

To reduce the negative impact of quarry transport infrastructure on the environment, various environmental protection measures are applied. These include watering quarry roads to reduce dust generation, the use of modern machinery with lower emissions of harmful substances, the construction of wastewater treatment systems, as well as the reclamation of disturbed lands. Environmental monitoring also plays an important role, as it allows for continuous assessment of the state of the environment and the timely detection of negative changes.

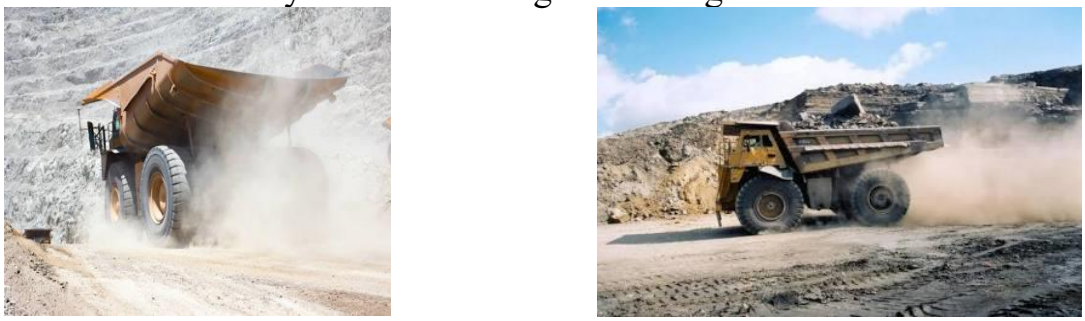


Fig. 1. Impact of quarry transport movement on dust generation on quarry roads.

Thus, the transport infrastructure of quarries is an essential element of mining operations; however, its exploitation is accompanied by significant impacts on the atmosphere, soils, water resources, and biological systems. Therefore, the implementation of modern environmental technologies, rational planning of transport systems, and continuous environmental monitoring are important conditions for reducing the negative impact of mining activities on the environment.

References:

1. *Fundamentals of Mining Ecology.* – Kyiv: Educational Literature, 2019.
2. *Mining Ecology: Textbook.* – Dnipro: NGU, 2020.
3. *Environment and the Mining Industry of Ukraine.* – Kharkiv, 2018.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОВЕДЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ВИРОБОК НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ СМОЛІНСЬКОЇ ШАХТИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Федченко Олег Русланович, група ГР-25-7.
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Інюткін І.В.**

Ефективне функціонування вітчизняного атомно-енергетичного комплексу безпосередньо залежить від стабільного видобутку власної уранової сировини. В умовах освоєння глибоких горизонтів Смолінської шахти (ДП «Схід-ГЗК»), де триває доопрацювання ділянок Ватутінського уранового родовища, проведення транспортних виробок, адаптованих до впровадження самохідного обладнання нового покоління, є одним із найбільш витратних та трудомістких етапів [1].

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності транспортно-технологічних систем розробки уранових родовищ за рахунок удосконалення параметрів проведення транспортних виробок, адаптованих до самохідного обладнання нового покоління. Транспортні виробки мають забезпечувати довготривалу експлуатаційну стійкість та ефективну пропускну спроможність, що висуває особливі вимоги до якості підривних робіт під час їх проведення [2].

На сьогоднішній час спостерігається проблема невідповідності типових паспортів БПР реальним властивостям міцних та тріщинуватих гранітів на глибоких горизонтах ділянок Ватутінського уранового родовища, що призводить до неповного використання довжини шпурів (низький КВШ), надмірного законтурного обрушення порід та складної гіпсометрії поверхні підошви гірничої виробки [3].

Метою роботи є підвищення ефективності та якості проведення транспортних виробок на глибоких горизонтах Смолінської шахти шляхом обґрунтування та вдосконалення параметрів буропідривних робіт.

Складні умови Ватутінського родовища на глибоких горизонтах характеризуються високою міцністю, абразивністю та тріщинуватістю гранітних масивів, що значно ускладнює процеси буріння та руйнування породи [4].

Поєднання таких фізико-механічних властивостей із жорсткими вимогами застосування самохідного обладнання визначає необхідність оптимізації схем розташування шпурів та вибору засобів ініціювання.

На сучасному етапі проведення транспортних виробок на Смолінській шахті переважно базується на типових паспортах БПР, що розроблені для середніх умов родовища. Основними характеристиками поточної технології є використання самохідних або переносних бурових установок, що забезпечують глибину шпурів у межах 2,0–2,5 м., переважне застосування патронованих ВР (типу амоніт ПВВ-120 або аналогів) та капсулів-детонаторів.

Найчастіше використовуються призматичні схеми розташування шпурів або пірамідальні вруби з кількістю шпурів від 35 до 45 на забій залежно від пе-

рерізу виробки.

Проте аналіз практичних результатів вказує, що через високу міцність гранітів фактичне підривання становить лише 80–85% від глибини шпурів, що призводить до утворення залишків шпурів та сповільнення темпів проходки і спостерігається значний вихід негабариту в центральній частині забою, що ускладнює роботу вантажно-доставних машин [5].

Відсутність чіткого обґрунтування параметрів контурних шпурів призводить до перебору породи та утворення нерівних стінок виробки, що в майбутньому вимагає додаткових витрат на кріплення та погіршує аеродинамічний опір виробки.

Саме тому наявна технологія БПР потребує коригування в частині геометрії розташування шпурів та переходу на більш ефективні системи ініціювання.

Для підвищення ефективності проведення транспортних виробок основними технічними рішеннями пропонуються:

диференціація параметрів колійних шпурів, які розраховуються з урахуванням створення технологічних траншей нижче проєктної відмітки підошви [6];

оптимізація конструкції врубу шляхом впровадження призматичних схем із порожніми компенсаційними шпурами, що забезпечує стабільний КВШ у надміцних гранітах;

використання неелектричних систем ініціювання та її регулювання черговості, де підривання нижнього контуру здійснюється з мілісекундним уповільненням після основної маси забою, що гарантує чітке формування геометричних параметрів колій під ВДМ;

мінімізація законтурного руйнування за рахунок розрахунку раціональної лінії найменшого опору, що зберігає цілісність основи під майбутнє бетонне покриття колій.

Зростання технічної ефективності досягається насамперед завдяки збільшенню коефіцієнта використання шпурів до показника 0,95 за рахунок впровадження оптимізованих конструкцій врубів. Використання енергії вибуху для одночасного формування технологічних траншей дозволяє отримати готову основу для колії без залучення додаткових засобів механізації. Створення жорсткого бетонного покриття безпосередньо в зонах силового контакту коліс техніки знижує динамічні навантаження на ходову частину ВДМ та підвищує швидкість транспортування руди.

Економічний ефект від впровадження розробки базується на суттєвому скороченні витрат бетонної суміші до 40 % порівняно з традиційною суцільною заливкою підошви. Суміщення операцій підготовки проїжджої частини з основним циклом проходки дозволяє скоротити загальний час будівництва транспортних виробок на 15 %. Зменшення обсягів допоміжних робіт та підвищення міжремонтного ресурсу самохідного парку техніки забезпечують значне зниження собівартості кожного погонного метра проведеної виробки. Такий підхід робить процес видобутку уранових руд більш рентабельним за рахунок раціонального використання матеріальних та енергетичних ресурсів підприємства.

Висновки. У результаті проведеного дослідження обґрунтовано параметри буропідривних робіт, які дозволяють перейти до технології суміщеного формування профілю транспортних виробок в умовах Смолінської шахти. Вста-

новлено, що підвищення ефективності транспортно-технологічних систем досягається шляхом створення проїжджої частини, яка за своїми конструктивними параметрами відповідає характеристикам самохідного обладнання нового покоління.

Запропонована методика буріння та підривання додаткових колійних шпурів забезпечує формування спеціальних траншей безпосередньо в процесі проходки, що виключає необхідність проведення подальших трудомістких робіт із вирівнювання підошви. Подальше заповнення цих траншей бетонною сумішшю дозволяє створити надійне дорожнє покриття виключно в місцях контакту коліс техніки з поверхнею, що значно скорочує витрати матеріалів.

Застосування оптимізованих параметрів БПР забезпечує збільшення коефіцієнта використання шпурів до 0,95 та дозволяє зменшити витрати бетону на облаштування доріг до 40 %. Впровадження розробленої технології сприяє прискоренню темпів підготовки нових горизонтів, зниженню собівартості робіт та підвищенню експлуатаційного ресурсу транспортної техніки в складних гірничо-геологічних умовах розробки уранових родовищ.

Перелік посилань

1. Ширин Л.Н, Инюткин И.В. Особенности формирования транспортно-технологических систем подземных рудников с учетом адаптационных возможностей самоходного оборудования. Науковий вісник Національного гірничого університету. 2009. № 9. С. 66–68

2. Kononenko, M., Khomenko, O., Savchenko, M., & Kovalenko, I. (2019). Method for calculation of drilling-and-blasting operations parameters for emulsion explosives. Mining Of Mineral Deposits, 13(3), 22-30. https://doi.org/10.33271/mining13.03.022.

3. Ширин Л.Н, Коровяка Е.А., Инюткин И.В. Обоснование рациональных параметров транспортных выработок для эффективного применения самоходной техники. Форум гірників –2010: матеріали міжнародної наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 21-23 жовт. 2010 р.) Дніпро, 2010. С. 172–175.

4. Бабак М.И., Кошик Ю.И., Авдеев и др. Добыча и переработка урановых руд в Украине: монографія / за ред. А.П. Чернова. Киев: АДЕФ-Украина, 2001. 238 с.

5. Ширін, Л.Н., Сергієнко, М.І., Інюткін, І.В., & Ширін, А.Л. (2019). Удосконалення методів контролю та діагностики технічного стану самохідного транспортно-технологічного обладнання гірничих підприємств. Енергетика: економіка, технології, екологія: наук. журн., (3), 94-103. https://doi.org/10.20535/1813-5420.3.2019.196393

6. Інюткін І.В., Ширін Л.Н., Трощило В.С., Бобильов О. О. Патент на корисну модель: Спосіб розробки рудних родовищ: пат. 90715 Україна. № u201314766; заявл. 16.12.2013; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11. 2014.

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ЙОГО АКТИВНУ БЕЗПЕКУ

Національний транспортний університет

Архіпов Владислав Русланович, група АБ-IV-1
Мишалов Єгор Віталійович, спеціальність J8 «Автомобільні транспорт»
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Разбойніков Олександр Олександрович**

Активна безпека автомобіля є одним із ключових напрямів сучасного розвитку автомобілебудування, яка спрямована на запобігання виникненню дорожньо-транспортних пригод. Активна безпека автомобіля визначається його здатністю зберігати стійкість, керованість та передбачуваність поведінки в критичних умовах руху автомобіля [1]. Одним із ключових факторів, що формують зазначені властивості, є підвіска автомобіля, яка забезпечує зменшення динамічних навантажень при передачі сил між колесами та кузовом автомобіля і підтримує стабільний контакт його шин з опорною поверхнею доги.

Конструктивні параметри підвіски автомобіля, зокрема її жорсткість, демпфуючі властивості та кінематика колеса, безпосередньо впливають на розподіл навантаження між колесами, їх кутів встановлення та пляму контакту між автомобільною шиною та опорною поверхнею дорожнього покриву. Це визначає характер руху автомобіля в критичних умовах і його здатність зберігати бажану швидкість і траєкторію руху. Підвіска автомобіля є ключовим елементом забезпечення стабільності плями контакту шин з дорогою. Саме через неї передаються всі сили – тягові, гальмівні та бічні. Зміна тиску в шині, а також неефективна робота підвіски призводять до зміни розмірів та форми плями контакту та зменшення граничних сил по зчепленню між шиною та дорогою. Порушення параметрів роботи підвіски автомобіля може призвести до нерівномірного розподілу навантаження між шинами коліс автомобіля та дорогою, викликати недостатню або надлишкову поворотність, збільшення гальмівного шляху тощо [1]. Окрему небезпеку становить відрив колеса від опорної поверхні, який виникає в наслідок недостатнього демпфування при русі по нерівностях, в режимі екстреного гальмування тощо. В цей момент колесо не передає сили, що призводить до втрати керованості автомобіля та зниження ефективності його гальмування.

Таким чином, ефективність систем активної безпеки, таких як ABS та ESP, значною мірою залежить від технічного стану та конструкції підвіски автомобіля. Оптимізація її параметрів і забезпечення належного технічного стану є необхідною умовою підвищення рівня активної безпеки автомобіля.

Перелік посилань

1.Мишалов Є.В., Разбойніков О.О. Вплив підвіски на безпеку руху автомобіля / Є.В. Мишалов, О.О. Разбойніков // «Наукова весна» 2026 : матеріали XVI Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 04–06 березня 2026 року / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» – Дніпро: НТУ «ДП», 2026. С. 72

МОДУЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АВТОПОЇЗД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРЕНОСТІ

Національний транспортний університет

Бездєтний Руслан Олександрович, група АБ-IV-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Поляков Віктор Михайлович**

Автомобільний транспорт впевнено лідирує в обсягах перевезень вантажів в Європейському Союзі. Подальший розвиток транспорту в країнах ЄС значною мірою залежить від стану ринку транспортних послуг в Україні, уніфікації правил і умов міжнародних перевезень.

У зв'язку зі збільшенням обсягів перевезень вантажу виникає потреба в оптимізації транспортних процесів. Автопоїзди дозволяють перевозити значні обсяги вантажів за один рейс, що забезпечує підвищення продуктивності перевезень та зниження собівартості транспортування. Завдяки цьому досягається більш раціональне використання рухомого складу та зменшення кількості транспортних операцій, що, в сою чергу, також позитивно впливає на екологічну безпеку.

Рух автопоїзда має суттєві особливості порівняно з одиночним автомобілем, що зумовлено його значною довжиною, масою та шарнірним з'єднанням автомобіля-тягача з причіпними ланками. Це призводить до погіршення показників таких важливих з точки зору безпеки руху експлуатаційних властивостей як маневреність, керованість, стійкість руху (у тому числі при гальмуванні). Розробка нових конструкцій автопоїздів та переобладнання тих, що експлуатуються, потребує теоретичних та експериментальних досліджень експлуатаційних властивостей. Проведення експериментальних досліджень на реальних автопоїздах потребує великих грошових витрат. Тому на кафедрі автомобілів Національного транспортного університету розроблено на агрегатах ходової частини легкового автомобіля модульний автопоїзд, що дозволяє зменшити зазначені витрати [1].

З метою підвищення ефективності проведення випробувань маневреності запропоновано обладнати причіпну ланку робочім місцем оператора-водія, якій має під час випробувань своїми діями забезпечувати її рух по траєкторії, визначеною програмою випробувань, та керувати вимірювально-реєструючою апаратурою. В роботі акцент зроблено на обладнання з сучасною ергономікою робочого місця з засобами, що забезпечують безпечну роботу оператора під час руху експериментального автопоїзда, а саме ременем безпеки, підлогою, надійним кріпленням обладнання та пульта керування тощо.

Подальша робота буде присвячена реалізації проекту шляхом обладнання робочого місця оператора-водія на експериментальному модульному автопоїзді.

Перелік посилань

1. Кучер В. О., Поляков В. М. Експериментальний модульний автопоїзд для дослідження маневреності та стійкості руху. *Тиждень студентської науки - 2022* : матеріали сімдесят сьомої студентської науково-технічної конференції, 16-20 трав. 2022 р. Дніпро : НТУ «ДП», 2022. С. 110-112

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПКОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИРОВИНИ (ДЕРЕВНА ТЕХНОЛОГІЧНА ТРІСКА)

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бесараб Денис Олександрович, група 275-23ск-1
Науковий керівник: к.т.н., доц. Дерюгін Олег Валентинович

У сучасних умовах глобальної енергетичної трансформації та посилення вимог до стійкості ланцюгів постачань транспортування сипкої енергетичної сировини, такої як вугілля, торф, біомаса (деревна тріска, солома, лушпиння) та ін. сипучі матеріали, набуває стратегічного значення. Сипка енергетична сировина є ключовим компонентом енергетичного сектору, забезпечуючи виробництво електроенергії, тепла та палива. Вантажний автомобільний транспорт, як один із основних модулів сучасної логістики постачання, відіграє важливу роль у забезпеченні гнучкості та оперативності проведення вантажних автомобільних перевезень, особливо на короткі та середні відстані. Актуальність цієї теми зумовлена не лише економічними факторами, але й геополітичними викликами, екологічними обмеженнями та необхідністю диверсифікації джерел енергії. У контексті України, де енергетичний сектор зазнає впливу зовнішніх факторів, таких як імпортозалежність та воєнні ризики, автомобільний транспорт стає критичним елементом забезпечення енергетичної безпеки [1].

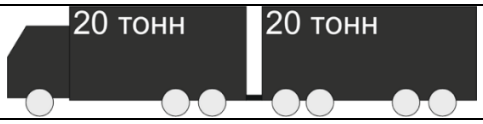
В якості вантажу, який розглядається, обрано - деревну тріску. В залежності від виду біомаси та типу її ущільнення відрізняються і логістичні схеми за якими здійснюється постачання біомаси на енергетичний об’єкт. Основними елементами будь-якої логістичної схеми є 4 складові: заготівля біомаси, проведення НРР, здійснення ВАП, складування. Аналіз проведено на підставі інформації [2].

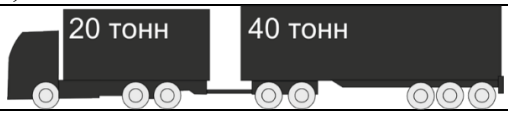
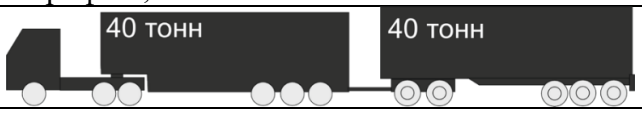
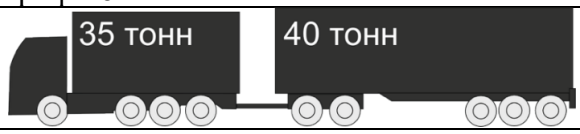
Одне з найскладніших питань, яке пов’язано з вантажними автомобільними перевезеннями деревної тріски від виробника до вантажоотримувача – є обґрунтування ефективної транспортної технології вантажних автомобільних перевезень. Це дослідження питань, які спрямовані на обґрунтування ефективного способу транспортування відповідного типу вантажу: вибір ефективного транспортного засобу, обґрунтування ефективної системи проведення навантажувально-розвантажувальних робіт за критерієм мінімізації часу та вартості транспортних операцій. Для кожного типу вантажних автомобільних перевезень деревної тріски характерні особливості, які враховуються при обґрунтуванні відповідної ефективної ТТ ВАП даного типу вантажу. В табл. 1 надана стисла характеристика можливих варіантів транспортних технологій деревної тріски.

Вибір ефективної ТТ ТДТ в МС для відповідних умов КВ, що розглядається, проведемо за допомогою вирішення багатокритеріальної задачі з використанням критеріїв прийняття комплексних рішень в умовах невизначеності.

Таблиця 1

Стисла характеристика можливих варіантів КВ ВАП ТДТ

Можливі варіанти транспортних технологій вантажних автомобільних перевезень сипкої деревної тріски
Транспортна технологія №1: автономний вантажний автомобіль + автономний причіп. Вантажопідйомність вантажного автомобіля: 20 тонн; автономного причепа: 20 тонн. Витрата ДП - 25 л/100 км**.** Конструктивна швидкість - 100 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 40 тонн. Тариф - 4,0 €/1 км.

Транспортна технологія №2: сідельний тягач + напівпричіп. Витрата ДП - 30 л/100 км**.** Конструктивна швидкість - 105 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 40 тонн. Тариф - 3,5 €/1 км.

Транспортна технологія №3: автономний вантажний автомобіль + автономний напівпричіп. Вантажопідйомність вантажного автомобіля: 20 тонн; автономного причепа: 40 тонн. Витрата ДП - 35 л/100 км**.** Конструктивна швидкість - 95 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 60 тонн. Тариф - 3,5 €/1 км.

Транспортна технологія №4: сідельний тягач + напівпричіп + автономний напівпричіп. Вантажопідйомність автономного напівпричепа: 40 тонн; автономного напівпричепа: 40 тонн. Витрата ДП - 35 л/100 км**.** Конструктивна швидкість - 95 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 80 тонн. Тариф - 3,1 €/1 км.

Транспортна технологія №5: автономний вантажний автомобіль + автономний напівпричіп. Вантажопідйомність вантажного автомобіля: 35 тонн; автономного напівпричепа: 40 тонн. Витрата ДП - 45 л/100 км**.** Конструктивна швидкість - 90 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 75 тонн. Тариф - €/1 км.

Транспортна технологія №6: автономний вантажний автомобіль + автономний причеп + автономний напівпричіп. Вантажопідйомність вантажного автомобіля: 35 тонн; автономного причепа 20 тонн; автономного напівпричепа: 40 тонн. Витрата ДП - 65 л/100 км**.** Конструктивна швидкість - 80 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 95 тонн. Тариф - 2,0 €/1 км.


Вхідними даними для розрахунку є результати дослідження середньостатистичних показників транспортної роботи КВ за відповідний проміжок часу [3]. В табл. 2 наведено результати розрахунку з вибору ефективної транспортної технології вантажних автомобільних перевезень деревної тріски в умовах невизначеності.

Таблиця 2

Результати розрахунку з вибору ефективної транспортної технології вантажних автомобільних перевезень деревної тріски в умовах невизначеності за критеріями Лапласа, Вальда, Севіджа, Гурвіца

Варіанти ТТ ВАП ТДТ	Критерії				Сума
	Лапласа	Вальда	Сэвиджа	Гурвіца	
Транспортна технологія №1: автономний вантажний автомобіль + автономний причіп	1,23	1,53	0,53	1,08	1,09
Транспортна технологія №2: сідельний тягач + напівпричіп	1,12	1,36	0,36	1,00	0,96
Транспортна технологія №3: автономний вантажний автомобіль + автономний напівпричіп	1,22	1,40	0,40	1,12	1,04
Транспортна технологія №4: сідельний тягач + напівпричіп + автономний напівпричіп	**1,19**	**1,25**	**0,25**	**1,16**	**0,96**
Транспортна технологія №5: автономний вантажний автомобіль + автономний напівпричіп	1,20	1,29	0,29	1,15	0,98
Транспортна технологія №6: автономний вантажний автомобіль + автономний причеп + автономний напівпричіп	1,15	1,42	0,42	1,22	1,06

За результатами проведеного розрахунку обираємо транспортну технологію за 4-тим варіантом у складі: сідельний тягач + напівпричіп тріскovоз (вантажопідйомність 40 тонн) + автономний напівпричіп тріскovоз (вантажопідйомність 40 тонн). Витрата ДП - 35 л/100 км. Конструктивна швидкість - 95 км/год. Повна маса вантажного автопотягу - 80 тонн. Тариф - 3,1 €/1 км.

Перелік посилань

1. Трибой, О. Особливості транспортування різних видів біомаси і біопалива. Режим доступу: https://uabio.org/wp-content/uploads/2023/12/7.-Tryboj-O.-V.-Osoblyvosti-transportuvannya-riznyh-vydiv-biomasy-i-biopalyva.pdf.

2. Офіційний сайт компанії виробника деревної тріски ТОВ "ПОЛБІОРЕС". Режим доступу: https://polbiores.ua/.

3. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Litvinova, Y., Pustovoi D. Choosing a Technical Means From The Set of Alternatives by The Method of Gray Relational Analysis (On The Example of a Truck Trailer). "2nd International Scientific Conference INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: Ecology, Safety, Quality, Comfort 26-27 November 2024, Kyiv, Ukraine". P. 268-280. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87379-9_25.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бутков Андрій Андрійович, група 275-22з-1
Науковий керівник: к.т.н., доц. Дерюгін Олег Валентинович

Незважаючи на те, що в країні їде четвертий рік повномасштабна війна, ринок нових автомобілів в Україні у 2026 році показує стійке зростання, перевищуючи показники 2025 року [1]. Значне зростання цього ринку має позитивний вплив на економіку нашої країни. Купівля нового автомобіля у офіційного дилера, який здійснює комерційну діяльність на території України - це через створення нових робочих місць, стимулювання суміжних галузей вітчизняної промисловості, зростання податкових надходжень, приваблення інвестицій та розвиток транспортної інфраструктури, а також покращення мобільності населення та бізнесу, що підвищує продуктивність праці та споживчий попит, особливо в умовах відновлення та появи нових технологій виробництва тових автомобілів (електромобілі, гібриди) [2]. Також необхідно відмітити, що успіх розвитку логістики нових автомобілів на територію нашої країни залежить від поєднання сучасних інновацій, нових інфраструктурних проєктів та ефективної адаптації до мінливих умов, які пов’язані з майже зупиненою економікою, нехваткою людського ресурсу в цієї галузі та ін. Тому з проведеного аналізу можна зробити висновок, що тема кваліфікаційної роботи - є актуальною.

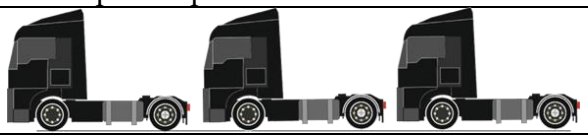
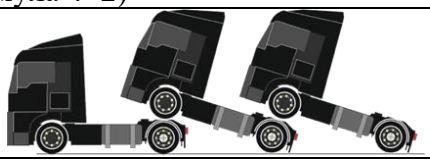
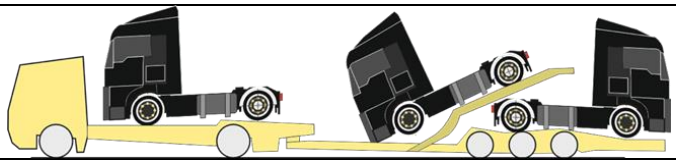
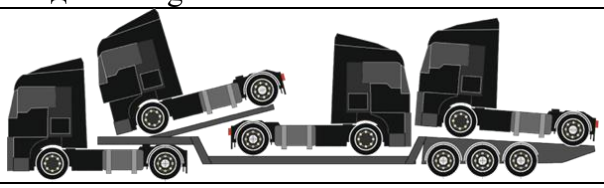
В якості вантажу, який розглядається, обрано – сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2) вантажним автомобільним транспортом.

Для аналізу можливих транспортних технологій (далі – ТТ) вантажних автомобільних перевезень (далі – ВАП) вантажної автомобільної техніки (далі – ВАТ) (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2) обираємо можливі варіанти транспортування відповідного типу вантажу за допомогою ТТ, які використовуються в США, країнах Європейського союзу. Для вибору ефективної ТТ ВАП ВАТ (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2), розглянемо 4 можливих варіанта транспортування відповідного типу вантажу вантажним автомобільним транспортом. Транспортні засоби, які задіяні в ТТ, відрізняються один від одного експлуатаційними властивостями: витрата палива на 100 км, колісна формула, конфігурацією конструктивних ознак, які притаманні відповідному компоненту ВА та ін. В табл. 1 зведені можливі ТТ ВАП ВАТ (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2) і надана стисла характеристика ТТ, що розглядаються.

Вибір ефективної ТТ ТДТ в МС для відповідних умов КВ, що розглядається, проведемо за допомогою вирішення багатокритеріальної задачі з використанням критеріїв прийняття комплексних рішень в умовах невизначеності.

Таблиця 1

Стисла характеристика можливих варіантів ТТ ВАП ВАТ (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2)

Можливі варіанти транспортних технологій вантажних автомобільних вантажної автомобільної техніки
Транспортна технологія №1: транспортна технологія «самовивіз»

Транспортна технологія №2: транспортна одиниця, яка складається з 3-х окремих сідельних тягачів (колісна формула 4×2)

Транспортна технологія №3: вантажний автомобіль автовоз (колісна формула 4×2) + причіп-автовоз моделі «Maxilohr 2.11 - 2.12»

Транспортна технологія №4: сідельний тягач (колісна формула 6×4) + 3-х вісний низько рамний напівпричіп-трал моделі «Vega Trailer Proline»


В якості критерія оцінювання ефективної ТТ з наявних альтернатив, обираємо 3 важливих фактори, які об’єктивно впливають на цей вибір і за допомогою яких можна вирішити поставлене завдання.

До них можна віднести наступні:

- *експлуатаційний фактор* (конструктивну максимальну швидкість, витрату ДП на 100 км, повну масу ВА, показники маневреності ВА);

- *економічні фактор* (тариф транспортування вантажу, фінансові витрати на ДП, загальні витрати на виконання транспортної роботи, прибуток АП, собівартість транспортної роботи);

- фактор, який впливає на ефективність транспортування вантажу (енергоємність проведення процесу НРР вантажу, відповідність показників геометричних розмірів і ваги вантажу нормам чинного законодавства, яке регламентує даний тип ВАП, геометричні розміри напівпричепу тралу, кількість завантаженого вантажу). В табл. 2 наведено результати розрахунку з визначення найкращої ВАП ВАТ (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2). На рис. 1 наведена рейтингова діаграма ТТ ВАП ВАТ (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2).

Таблиця 2

Результати розрахунку з визначення найкращої ВАП ВАТ
(сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2)

Можливі ТТ	Значення показника	Рейтинг
ТТ1	0,799	2
ТТ2	0,519	4
ТТ3	**0,823**	**1**
ТТ4	0,746	3

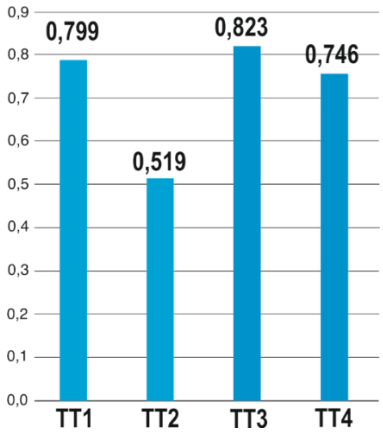


Рис. 1 Рейтингова діаграма ТТ ВАП ВАТ
(сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2)

За результатами проведених розрахунків, можна зробити висновок, що перше місце займає ТТ №3 ВАП ВАТ (сідельний тягач моделі Volvo FM , 4×2), вантажний автомобіль автовоз (колісна формула 4×2) + причіп-автовоз моделі «Maxilohr 2.11 - 2.12» (значення розрахованої величини індексу - 0,823).

Перелік посилань

1. Ринок нових легковиків в Україні - підсумки 2025 року. Офіційний сайт Інституту дослідження авторинку України. Режим доступу: https://eauto.org.ua/news/970-rinok-novih-legkovikiv-v-ukrajini-pidsumki-2025-roku.

2. Видозміни авторинку: тенденції 2025 року. Офіційний сайт Онлайн-медіа «delo.ua». Режим доступу: https://delo.ua/auto/vidozmini-avtorinku-tendenciyi-2025-roku-455911/.

3. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Litvinova, Y., Pustovoi D. Choosing a Technical Means From The Set of Alternatives by The Method of Gray Relational Analysis (On The Example of a Truck Trailer). "2nd International Scientific Conference INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: Ecology, Safety, Quality, Comfort 26-27 November 2024, Kyiv, Ukraine". P. 268-280. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87379-9_25.

ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Вишняков Денис Валентинович, група 275-22-1
Науковий керівник: к.т.н., доц. Літвінова Яна Володимирівна

Ринок відновлюваної енергетики в Україні набуває все більших розмірів, актуалізуючи питання ефективної організації доставки обладнання для сонячних енергетичних систем. Одним із основних елементів таких систем є сонячні панелі, які широко використовуються як у промисловому енергозабезпеченні, так і в побутовому секторі. Зростаючий попит на фотоелектричні модулі зумовлює необхідність удосконалення логістичних процесів, пов'язаних із їх транспортуванням, зберіганням і передачею кінцевому споживачеві. Збільшення обсягів постачання також безпосередньо впливає на ризик виникнення пошкоджень вантажу, затримок у доставці та додаткових витрат у процесі перевезення. Таким чином, для автотранспортних підприємств, які здійснюють перевезення сонячних панелей, важливим завданням є розробка та впровадження ефективної транспортно-технологічної схеми [1].

Загальновідомо, що сонячні панелі належать до крихких та дороговартісних вантажів, які потребують дотримання спеціальних умов під час транспортування. При перевезенні такого виду продукції особливого значення набувають вибір транспортного засобу, спосіб пакування, умови розміщення вантажу та застосування відповідних засобів кріплення. Недотримання цих вимог може призводити до механічних пошкоджень, появи мікротріщин, деформації конструктивних елементів або зниження функціональних характеристик панелей. Дослідження показують, що вібраційні навантаження під час транспортування можуть бути однією з причин виникнення пошкоджень фотоелектричних модулів, що безпосередньо впливає на їх технічний стан і подальшу ефективність експлуатації [2]. Крім того, серед найбільш поширених причин втрати експлуатаційних властивостей сонячних панелей виокремлюють деламінацію, деградаційні процеси та інші дефекти конструкції, які можуть посилюватися внаслідок порушення умов перевезення та зберігання [3].

У більшості випадків доставка сонячних панелей здійснюється автомобільним транспортом, що пояснюється його маневреністю, доступністю та можливістю забезпечення доставки безпосередньо до місця призначення. Особливо це характерно для внутрішніх перевезень у межах міських і міжміських маршрутів, коли необхідно забезпечити своєчасне постачання продукції на склад, будівельний майданчик або до кінцевого споживача. Разом із тим використання автомобільного транспорту вимагає ретельного планування маршруту, врахування стану дорожнього покриття, тривалості перевезення, можливих перевантажень і специфіки виконання логістичних операцій на кожному етапі доставки. Ефективність доставки значною мірою залежить від якості маршрутизації, координації операцій та адаптації транспортної системи до умов її функціонування в мегаполісах [1].

Важливим аспектом організації доставки сонячних панелей є проєктування транспортно-технологічної схеми, яка повинна охоплювати всі основні операції: підготовку продукції до перевезення, пакування, маркування, навантаження, транспортування, можливе проміжне зберігання, розвантаження та передачу замовникові. Раціональна побудова такої схеми дозволяє зменшити кількість зайвих операцій, мінімізувати ризики пошкодження вантажу та скоротити загальні витрати на логістичне обслуговування. Особливого значення набуває мінімізація кількості перевантажень, оскільки саме на цих етапах найчастіше виникають механічні ушкодження продукції [2].

Удосконалення організації доставки сонячних панелей може бути досягнуте шляхом комплексного підходу до управління логістичним процесом. Такий підхід передбачає обґрунтований вибір типу рухомого складу, використання належного пакування та кріплення, попереднє планування маршруту, контроль строків виконання перевезення та координацію дій усіх учасників логістичного ланцюга. Важливим напрямом також є врахування вимог клієнтів до строків і умов постачання, оскільки рівень логістичного сервісу суттєво впливає на конкурентоспроможність підприємства на ринку [1]. Для підприємств, що працюють у сфері постачання обладнання для сонячної енергетики, ефективна організація доставки є одним із ключових чинників стабільної господарської діяльності, оскільки від правильності побудови транспортно-технологічної схеми залежить не лише збереження вантажу, а й дотримання строків виконання замовлень, зниження витрат на перевезення та підвищення рівня задоволеності споживачів.

Отже, організація доставки сонячних панелей у сучасних умовах потребує системного підходу, спрямованого на забезпечення надійності, безпечності та економічної ефективності перевезення. Раціонально спроєктована транспортно-технологічна схема дає змогу мінімізувати ризики пошкодження продукції, оптимізувати витрати та підвищити якість логістичного обслуговування, а також сприятиме підвищенню результативності діяльності автотранспортних підприємств, які працюють у сфері постачання обладнання для сонячної енергетики [1–3].

Перелік посилань

1. Pan S., Zhou W., Piramuthu S., Giannikas V., Chen C. Smart city for sustainable urban freight logistics. *International Journal of Production Research*. 2021. Vol. 59, No. 7. P. 2079–2089. DOI: 10.1080/00207543.2021.1893970.

2. Desai U., Vasudevan D. P., Kottantharayil A., Singh A. Prediction of vibration induced damage in photovoltaic modules during transportation: finite element model and field study. *Engineering Research Express*. 2021. DOI: 10.1088/2631-8695/ac3d12.

3. Hasan A. A. Q. et al. Delamination-and Electromigration-Related Failures in Solar Panels-A Review. *Sustainability*. 2021. DOI: 10.3390/su13126882.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ХОНІНГУВАННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВЗ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гойденко Роман Юрійович, група 274-23-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Олішевська Валентина Євгенівна**

Актуальність. Сучасні вимоги до двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) визначають необхідність підвищення їх ресурсу, зменшення механічних втрат і забезпечення стабільності робочих процесів. Значною мірою ці характеристики залежать від технічного стану робочої поверхні гільз циліндрів.

Якість поверхні гільзи циліндра ДВЗ забезпечується процесом хонінгування. Хонінгування робочої поверхні гільз циліндрів може виконуватися як на етапі їх виготовлення, так і під час відновлення.

У процесі експлуатації відбувається зміна геометричної точності та мікрорельєфу робочої поверхні гільзи циліндра, що призводить до зниження ефективності роботи двигуна [1]. Відновлення таких поверхонь потребує застосування високоточних методів обробки, серед яких хонінгування займає провідне місце [2].

Хонінгування гільз циліндрів є загальноприйнятою технологічною операцією в практиці ремонту ДВЗ в таких країнах, як США, Велика Британія, Франція, Німеччина, Італія, Японія та ін., де воно входить до обов'язкового циклу відновлення. У країнах з менш стандартизованою ремонтною базою його застосування має варіативний характер і залежить від технічного оснащення підприємств. При цьому світова тенденція свідчить про зростання ролі хонінгування як ключового процесу формування функціональних властивостей поверхні гільз циліндрів.

Мета роботи: аналіз ефективності хонінгування гільз циліндрів ДВЗ та визначення напрямів її підвищення.

Основний матеріал. Хонінгування є унікальною технологічною операцією через поєднання кількох важливих особливостей:

- **забезпечення високої точності** гільзи циліндра не лише за розміром, а й за формою;
- **поєднання обробки і доведення** – одночасно видаляється матеріал і формуються експлуатаційні властивості поверхні;
- **формування специфічної сітки рисок**, яка забезпечує утримання мастильного матеріалу та зменшення зношення [2-7].

На відміну від традиційного підходу, за якого основний акцент робиться на досягненні заданої шорсткості, сучасне хонінгування розглядається як процес формування функціональної поверхні із наперед визначеними трибологічними властивостями (рис. 1, 2).

Хонінгування суттєво впливає на ресурс ДВЗ: саме на цьому етапі формується поверхня, що визначає інтенсивність зношування, рівень герметичності та витрати мастильного матеріалу.

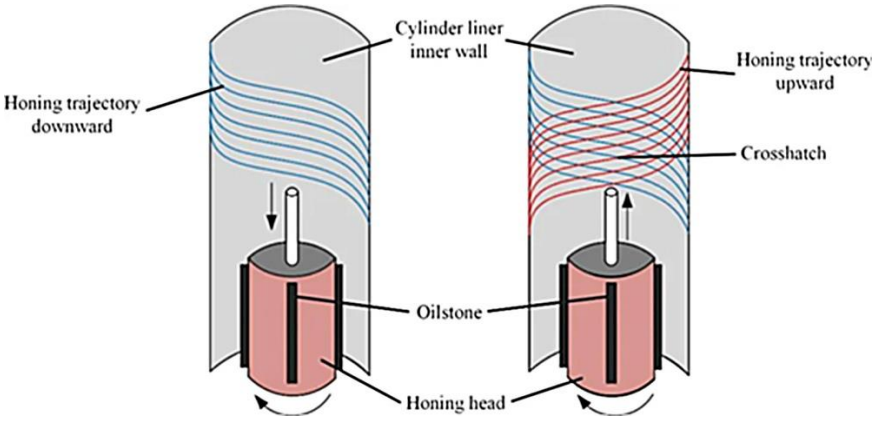


Рис. 1 Схема процесу хонінгування та розгортка сітки слідів обробки [7]



Рис. 2 Сітка слідів хонінгування на робочій поверхні гільзи

Ефективність хонінгування – це здатність процесу забезпечувати задану якість поверхні гільзи (точність, шорсткість, мікрогеометрію) з необхідною продуктивністю при мінімальних витратах часу, енергії та інструменту.

Ефективність процесу хонінгування визначається комплексом параметрів, зокрема тиском хонінгувальних брусків на оброблювану поверхню, швидкостями обертання та зворотно-поступального руху, зернистістю абразивного інструменту, а також змащувально-охолоджувальною рідиною (ЗОР) [2–7].

Тиск абразивних брусків визначає механізм зняття матеріалу. За підвищених навантажень відбувається інтенсивне мікрорізання, що супроводжується погіршенням якості поверхні. Зниження тиску сприяє стабілізації процесу та формуванню більш однорідного шару [2-7].

Співвідношення швидкостей обертання та зворотно-поступального руху хонінгувальної головки визначає структуру поверхневого шару робочої поверхні гільзи циліндра [2-7]. Зміна цього співвідношення дозволяє регулювати геометрію сітки рисок і, відповідно, умови утримання мастильного матеріалу під час експлуатації деталі. Раціональний діапазон параметрів забезпечує баланс між зносостійкістю та мінімальними втратами на тертя.

Зернистість і матеріал брусків впливають не лише на продуктивність, але й на структуру поверхневого шару [2-7]. Невідповідність між довжиною робочого ходу та параметрами інструмента може спричинити локальні відхилення форми. Забезпечення оптимальних умов перекриття траєкторій руху є необхідною умовою отримання правильної геометрії.

Перспективними напрямами є застосування платохонінгування, що дає змогу функціонально розподілити поверхню: опорні ділянки сприймають нава-

нтаження, тоді як заглиблення слугують резервуарами для мастильного матеріалу; а також інтеграція хонінгування з технологіями нанесення функціональних покриттів.

Важливим чинником розвитку є впровадження автоматизованих систем керування, які забезпечують можливість моніторингу процесу в реальному часі та оперативного коригування параметрів залежно від стану поверхні.

Висновки. Хонінгування доцільно розглядати як процес цілеспрямованого формування функціональних властивостей поверхні гільз циліндрів ДВЗ. Встановлено, що ефективність обробки визначається комплексною взаємодією кінематичних, силових і технологічних параметрів.

Перспективним напрямом є перехід від традиційних підходів до адаптивних технологій, орієнтованих на досягнення заданих трибологічних характеристик. Застосування платохонінгування, сучасних інструментальних матеріалів та автоматизованих систем керування сприяє підвищенню ресурсу деталей і зменшенню втрат на тертя.

Подальший розвиток технології пов’язаний з інтеграцією цифрових методів контролю та оптимізацією процесів обробки з урахуванням нових матеріалів.

Перелік посилань

1. Крівда В. В., Олішевський І. Г., Олішевська В. Є. Блок циліндрів і гільзи циліндрів двигунів внутрішнього згоряння: матеріали і особливості дефектування при ремонті. *Наука та прогрес транспорту*. 2025. № 4(112). С. 80–95. DOI: https://doi.org/10.15802/stp2025/347574 .

2. Олішевська В. Є., Бас К. М., Крівда В. В. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів. Практикум : навч. посіб. Дніпро : НТУ «ДП», 2025. 223 с. URL: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/170985.

3. Пузерей А. О. Підвищення післяремонтної довговічності гільз циліндрів дизельних двигунів : магістерська дипломна робота : 208 Агроінженерія. Дніпро, 2022. 77 с. URL: https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7622

4. Алєксєєв Ю. Розроблення технологічного процесу хонінгування гільз циліндрів 740.1002021 з метою підвищення їх трибологічної надійності : кваліфікаційна робота бакалавра : 274 Автомобільний транспорт. Тернопіль : ТНТУ, 2023. 54 с. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/42254 .

5. Pawlus P., Reizer R. Functional importance of honed cylinder liner surface texture: A review. *Tribology International*. 2022. Vol. 167, 107409. DOI: https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107409 .

6. Виноградов М. С., Макарова Т. В., Мастепан М. А., Савенок Д. В. Дослідження впливу параметрів процесу хонінгування силікатними брусками на якість обробленої поверхні. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2024. 1(19). С. 3–9. DOI: https://doi.org/10.31649/2413-4503-2024-19-1-3-10 .

7. Lu Y., Li J., Liang R., Zhang Y., Luo M., Guo C. Investigation on the effect of honing parameters on cylindricity of engine cylinder liner. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2020. 111:3111–3122. DOI: https://doi.org/10.1007/s00170-020-06321-7

СУКУПНА ВАРТІСТЬ ВОЛОДІННЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гончаренко Олександр Анатолійович, група 274-23-1
***Науковий керівник:* асист. Москаленко Анна Сергіївна**

Сукупна вартість володіння (Total Cost of Ownership, TCO) є інтегральним економічним показником, що характеризує повний обсяг витрат, пов'язаних із життєвим циклом вантажного транспортного засобу. В умовах зростання конкуренції на ринку транспортних послуг та підвищення вимог до ефективності логістичних систем, оцінка TCO набуває особливої актуальності для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

На відміну від початкової вартості придбання транспортного засобу, показник TCO охоплює всі витрати, що виникають протягом періоду експлуатації, включаючи капітальні, експлуатаційні, адміністративні та непрямі витрати

$$TCO = C_{cap} + C_{exp} + C_{adm} + C_{downtime} - V_{res} \quad (1)$$

де:
C_{cap} - капітальні витрати;
C_{exp} - експлуатаційні витрати;
C_{adm} - адміністративні витрати;
$C_{downtime}$ - втрати від простою;
V_{res} - залишкова вартість транспортного засобу.

Капітальні витрати включають витрати на придбання транспортного засобу або лізингові платежі, витрати на реєстрацію, страхування та фінансування. Важливим елементом є залишкова вартість автомобіля після завершення експлуатації, яка дозволяє частково компенсувати первинні інвестиції.

Експлуатаційні витрати формують найбільшу частку TCO і включають витрати на паливо, технічне обслуговування, ремонт та шини. Витрати на паливо можуть становити до 30…40 % загальних витрат

$$C_{fuel} = q * P * L \quad (2)$$

де:
q - витрата палива (л/км);
P - ціна палива (грн/л);
L - пробіг (км).

Витрати на технічне обслуговування і ремонт забезпечують надійність роботи транспортного засобу. Регулярне обслуговування зменшує ймовірність поломок.

Окрему групу становлять витрати на шини. Раціональне управління ними дозволяє знизити загальні витрати.

Витрати на персонал включають заробітну плату водіїв та їх навчання. Людський фактор впливає на витрати палива та знос техніки.

Адміністративні витрати включають управління автопарком, логістику, податки та збори.

Втрати від простою:

$$C_{downtime} = D * R \quad (3)$$

де:

D - дні простою;

R - дохід за день.

Таким чином, ТСО є комплексним показником ефективності, що дозволяє оптимізувати витрати та підвищити конкурентоспроможність підприємств транспорту.

Перелік посилань

1. Райчева Л. Автомобільний транспорт у категоріях інфраструктури, конкуренції, структурного розвитку // Економіка та суспільство. 2024. №60. https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/3587?utm_source=chatgpt.com

2. Грицук І. В., Волков Б. П., Український Є. О. та ін. Удосконалення методу забезпечення паливної економічності вантажних автомобілів // Вісник машинобудування та транспорту. 2023. https://vmt.vntu.edu.ua/index.php/vmt/article/view/322?utm_source=chatgpt.com

3. Вернигора Р. В., Журавель І. Л., Єльнікова Л. О. Дослідження ефективності перевезення вантажів в Україні // Транспортні системи та технології перевезень. 2021. https://tstt.ust.edu.ua/article/view/247884?utm_source=chatgpt.com

ЕЛЕКТРИФІКОВАНА ПРИЧІПНА ЛАНКА АКТИВНОГО АВТОПОЇЗДА ЯК МЕТОД ПОКРАЩЕННЯ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Національний транспортний університет

Гордієнко Олександр Сергійович, група АБ-IV-1
Науковий керівник: к.т.н., доц. Поляков Віктор Михайлович

Активні автопоїзди відрізняються від пасивних наявністю активної причіпної ланки. Активна причіпна ланка – причіпна ланка, що має ведучі колеса і може ставати додатковою тягою для автомобіля-тягача. Завдяки цьому активні автопоїзди мають вищу прохідність, кращу маневреність. Своє основне використання вони знайшли у якості автопоїздів підвищеної прохідності в регіонах з нерозвинутою дорожньою інфраструктурою, в сільському і лісовому господарстві, а також в армії [1].

З метою передачі крутного моменту на ведучі колеса активної причіпної ланки зазвичай використовується один з таких типів приводу: механічний, гідравлічний, електричний з класичною схемою. Кожен з названих типів приводу має свої специфічні переваги та недоліки. Наприклад, механічний привід має відносно високий ККД, але при цьому і доволі складну конструкцію з обмеженням по можливій довжині автопоїзда, гідравлічний привід дозволяє передавати більшу потужність на одиницю своєї маси, але має відносно малий ККД, а електричний привід з класичною схемою має просту конструкцію, але має відносно високу вартість. Проте основним недоліком, який відноситься до всіх них у рівній мірі, є необхідність використання потужності двигуна тягача автопоїзда, що визначає підвищену витрату палива під час експлуатації активного автопоїзда, що ставить під питання економічну доцільність використання активного автопоїзда в не екстремальних умовах.

Проте сучасний розвиток технологій дозволяє подивитись на ідею реалізації приводу ведучих коліс активної причіпної ланки під іншим кутом. Так, компанією ZF було розроблено проєкт електрифікованого напівпричепа. На відміну від класичної схеми реалізації електричного приводу причіпної ланки, що потребує використання електрогенератора, який приводиться в дію від двигуна тягача автопоїзда, в схемі ZF TrailTrax електроенергія виробляється за допомогою явища рекуперації під час гальмування автопоїзда і накопичується в високовольтних акумуляторних модулях з метою використання її для приведення в дію електродвигуна чи електродвигунів електрифікованої вісі в моменти, коли це необхідно, як наприклад моменти рушання з місця чи подолання затяжних підйомів [2].

Використання такої схеми електричного приводу активної причіпної ланки активного автопоїзда дозволяє значно покращити його експлуатаційні властивості. А саме покращуються гальмівні властивості за рахунок рекуперативного гальмування, зменшується витрата палива, покращується час розгону та екологічні якості автопоїзда [2].

Подальші роботи будуть спрямовані на створення схеми компонування описаного електричного приводу електрифікованої активної причіпної ланки для використання на реальному вантажному сідельному автопоїзді.

Перелік посилань

1. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2002. 164 с.

2. TrailTrax®. ZF´s Electrified Trailer System. ZF Cjmmercial Vehicle Solutions : веб-сайт. URL: https://www.zf.com/products/en/cv/emea/campaigns/electrified_trailer_solution.html (дата звернення: 08.02.2026

ДО АНАЛІЗУ ПЕРЕВАГ ДИНАМІЧНОГО СПОСОБУ ПОВОРОТУ ПРИЧІПНОЮ ЛАНКОЮ АВТОПОЇЗДА

Національний транспортний університет

Гусар Володимир Вікторович, група АБ-ІІІ-1тех
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Поляков Віктор Михайлович**

Одним із перспективних напрямів підвищення маневреності є використання динамічного способу повороту причіпної ланки, який передбачає цілеспрямоване використання сил інерції, реакцій у зчіпному пристрої та керованого перерозподілу тягових та гальмівних сил між ланками автопоїзда. Суть методу полягає у створенні додаткового обертального моменту відносно вертикальної осі причепа за рахунок регулювання режимів руху, що дозволяє зменшити радіус повороту та забезпечити більш точне слідування причіпної ланки траєкторії тягача [1].

Реалізація динамічного способу повороту може здійснюватися шляхом керованого гальмування коліс причепа, використання активних або підкермовуваних осей, а також застосування електричних або гідравлічних приводів, що забезпечують формування необхідних коригуючих моментів. У результаті зменшується бічне зміщення причепа, знижується знос шин та елементів підвіски, а також підвищується безпека руху, особливо під час маневрування на малих швидкостях. Оптимізація параметрів повороту з урахуванням швидкості руху, масових характеристик та геометричних параметрів автопоїзда дає можливість зменшити навантаження на зчіпний пристрій і підвищити загальну ефективність використання транспортного засобу. Експериментальні дослідження показують, що застосування динамічного способу повороту дозволяє зменшити габаритний радіус повороту на 5…15 % залежно від конструктивних параметрів автопоїзда та дорожніх умов. Крім того, підвищується кутова стійкість, зменшується бокове відведення причепа та ризик заносу при русі на слизькому покритті.

Раціональне керування динамікою автопоїзда дозволяє уникнути надмірних втрат енергії при маневруванні, зменшити інтенсивність зношування шин та елементів підвіски, а також підвищити загальну безпеку експлуатації транспортного засобу. В умовах міського циклу руху це сприяє зниженню експлуатаційних витрат і покращенню екологічних показників [2].

Його впровадження дозволяє підвищити маневреність, безпеку та експлуатаційну ефективність автопоїздів без суттєвого ускладнення їх конструкції, що є особливо важливим для сучасних транспортних систем.

Перелік посилань

1. Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту: конструкція : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2002. 164 с.

2. Gillespie T. D. Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE International, 1992. 495 p.

ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНІСТЬ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Національний транспортний університет

Дейнеко Богдан Юрійович, група МЗ-IV-1
Науковий керівник: **д-р. філос. (PhD), доц. Рибак Ілля Петрович**

У XXI столітті транспортна галузь зазнає суттєвих змін під впливом глобальних екологічних, економічних і технологічних викликів. Однією з провідних тенденцій є перехід до електромобільності, зумовлений нагальною потребою зменшення викидів парникових газів, зниження залежності від викопних джерел енергії та підвищення енергоефективності транспортних систем. Традиційні засоби транспорту з двигунами внутрішнього згоряння поступово втрачають своє домінуюче становище, поступаючись місцем електричному транспорту, який більшою мірою відповідає вимогам сучасних принципів сталого розвитку.

Паралельно стрімкими темпами розвиваються цифрові технології, які докорінно змінюють способи організації та управління автомобільним транспортом. Застосування інформаційно-комунікаційних технологій, методів аналізу великих обсягів даних, штучного інтелекту та Інтернету речей сприяє підвищенню ефективності транспортних операцій, забезпеченню високого рівня безпеки дорожнього руху та оптимізації використання ресурсів. Цифровізація стає рушійним фактором створення інтелектуальних транспортних систем, у рамках яких відбувається взаємодія між транспортними засобами, інфраструктурою та кінцевими користувачами.

Ця проблематика набуває особливої ваги в умовах прагнення України до інтеграції в європейський транспортний простір, де електромобільність і цифрові технології вже активно застосовуються. Впровадження таких інновацій відкриває широкі перспективи для модернізації транспортної інфраструктури країни, зміцнення конкурентоспроможності національної економіки та поліпшення екологічного стану [1].

Електромобільність сьогодні є одним із ключових напрямків розвитку сучасного автомобільного транспорту, заснованого на використанні електричної енергії як основного джерела живлення для транспортних засобів. Її активне впровадження зумовлене нагальною потребою у скороченні рівня шкідливих викидів в атмосферу, мінімізації шумового забруднення, а також підвищенні ефективності споживання енергоресурсів. На відміну від традиційних автомобілів, обладнаних двигунами внутрішнього згоряння, електричні транспортні засоби вирізняються більш високим коефіцієнтом корисної дії, спрощеною конструкцією силової установки та зниженими експлуатаційними витратами, що забезпечує їх стійку економічну привабливість у довгостроковій перспективі.

Ключовим аспектом розвитку електромобільності є модернізація акумуляторних технологій, зокрема удосконалення літій-іонних батарей. Ці інноваційні розробки сприяють збільшенню запасу ходу транспортних засобів і значному скороченню часу їх заряджання. Паралельно здійснюється розбудова за-

рядної інфраструктури, яка передбачає оснащення мереж швидкісними та ультрашвидкісними зарядними станціями. Крім того, значна увага приділяється інтеграції електромобілів в енергетичні системи на основі технології двостороннього обміну енергією, що дозволяє не лише споживати електроенергію, але й повертати її в енергетичну мережу. Такий підхід сприяє стабілізації енергетичної системи, зокрема при використанні відновлюваних джерел енергії, та поліпшує їх загальну ефективність.

Розвиток електромобільності супроводжується активним впровадженням цифрових технологій, які забезпечують принципово новий рівень управління транспортними процесами. Наприклад, застосування Інтернету речей дозволяє здійснювати постійний моніторинг технічного стану автомобіля, контролювати його робочі параметри та своєчасно виявляти можливі несправності. Використання технологій обробки великих даних та аналітичних платформ розширює можливості для аналізу значних масивів інформації про транспортні потоки, передбачення завантаженості дорожньої мережі та оптимізації логістичних маршрутів.

Інтелектуальні транспортні системи відіграють ключову роль у створенні єдиної цифрової екосистеми, яка об'єднує всі елементи транспортної інфраструктури. Завдяки цим технологіям забезпечується ефективна координація транспортних потоків, оптимізація логістичних процесів та зменшення масштабів дорожніх заторів. Окрім того, сучасні автомобілі оснащуються розумними системами допомоги водієві на основі датчиків, камер і алгоритмів штучного інтелекту. Це сприяє підвищенню безпеки на дорогах і знижує ймовірність аварій [2].

Інтеграція електромобільності та цифрових технологій прискорює формування концепції «розумного транспорту». У її межах транспортні засоби, дорожні об'єкти та інформаційні системи працюють у режимі реального часу. Таке поєднання дозволяє підвищити ефективність перевезень, раціоналізувати використання енергоресурсів, скоротити витрати на обслуговування транспортних засобів і мінімізувати екологічний вплив транспорту.

Водночас існують певні бар’єри, що обмежують стрімкий розвиток електромобільності та цифрових технологій. До ключових викликів належать висока ціна електромобілів, невідповідний рівень розвитку інфраструктури, а також необхідність значних інвестицій у модернізацію енергетичних і інформаційних систем. Однак завдяки швидкому прогресу в технологічній сфері та посиленню державної підтримки ці проблеми поступово втрачають актуальність, що створює сприятливі умови для подальшого розвитку інноваційного автотранспорту [3].

Отже, електромобільність і цифрові технології відіграють ключову роль у перетворенні сучасного автомобільного транспорту. Перехід на використання електричних транспортних засобів сприяє підвищенню екологічності, зменшенню споживання енергії та оптимізації експлуатаційних витрат, що відповідає принципам сталого розвитку.

Інтеграція цифрових технологій забезпечує ефективне управління транспортними потоками, підвищення безпеки на дорогах та покращення якості пос-

луг у цій сфері. Поєднання електромобільності з цифровізацією створює підґрунтя для розвитку інтелектуальних транспортних систем, здатних працювати в умовах динамічного середовища та швидко адаптуватися до змін.

Однак для подальшого прогресу потрібне розв'язання ряду викликів. Зокрема, йдеться про розбудову зарядної інфраструктури, зниження вартості електромобілів і вдосконалення нормативно-технічного регулювання. Такий комплексний підхід до застосування інноваційних технологій у сфері автомобільного транспорту є критично важливим для підвищення його ефективності, конкурентоспроможності та екологічної безпеки.

Перелік посилань

1. Олешко Т. І., Касіротська К. О. Сучасний стан і перспективи розвитку ринку електромобілів. *Бізнес Інформ*. 2020. № 2. С. 480-485.

2. Гапонов В. Д., Лященко В. А. Обладнання для ремонту і обслуговування автомобілів : навч. посіб. Харків: ХНТУ, 2011. 242 с.

3. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Кужель В. П. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2020. 104 с.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕЙ ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Журавльов Олександр Михайлович, група АТ-25-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Олішевська Валентина Євгенівна**

Актуальність. Сучасне автомобілебудування характеризується підвищеними вимогами до зниження маси транспортних засобів, підвищення їх безпеки та відповідності екологічним нормам. Важливим стимулом розвитку високоміцних сталей є енергетичні кризи та зростання вартості палива, що викликає необхідність зменшення витрати паливо-мастильних матеріалів шляхом полегшення конструкції автомобіля.

Сталь залишається основним конструкційним матеріалом автомобілебудування, складаючи близько 40…45 % маси легкового автомобіля. Тому підвищення ефективності її використання є ключовим напрямом розвитку галузі.

Мета роботи: узагальнення та систематизація сучасних високоміцних сталей для автомобілебудування, а також аналіз їх основних властивостей і сфер практичного застосування в конструкціях транспортних засобів.

Основний матеріал. Еволюція сталей підвищеної міцності (СПМ) відображає загальну тенденцію розвитку матеріалознавства – перехід від простого легування до керованого формування мікроструктури матеріалу [1-2]. На ранніх етапах розвитку були створені низьколеговані високоміцні сталі (HSLA), властивості яких досягалися за рахунок введення легуючих елементів і дисперсного зміцнення. Подальший розвиток призвів до появи двофазних сталей (DP), які характеризуються поєднанням феритної матриці та мартенситної фази. Така структура дозволяє забезпечити оптимальне співвідношення між міцністю та пластичністю, що є критично важливим для процесів штампування деталей складної форми [1-4].

Важливим технологічним напрямом стало використання захисних покриттів, які підвищують корозійну стійкість сталей. Серед них широко застосовуються електрооцинкування (EG), гаряче цинкування (GI) та гальваніл (GA), що дозволяють значно розширити сферу використання сталей у різних умовах експлуатації.

З початку XXI століття активно розвивається клас сучасних високоміцних сталей (AHSS), до якого належать сталі з унікальними механізмами зміцнення [1-4]. До них відносяться: TRIP-сталі, у яких реалізується ефект перетворення залишкового аустеніту в мартенсит під час деформації; TWIP-сталі, що характеризуються інтенсивним двійникуванням, яке забезпечує високу пластичність; аустенітні високоміцні нержавіючі сталі (AUST SS), які поєднують міцність і корозійну стійкість; сталі гарячого штампування (PHS), що набувають надвисокої міцності після термічної обробки (рис. 1).

Підвищення міцності сталей забезпечується комбінацією різних механізмів зміцнення сталей: зміцненням твердими розчинами легуючих елементів; дисперсійним зміцненням дрібнодисперсними фазами; зменшенням розміру

зерна, що підвищує міцність матеріалу; формуванням мартенситної або бейнітної структури.

Найбільш збалансованими за властивостями є DP- та TRIP-сталі, які забезпечують оптимальне поєднання міцності та пластичності для штампування складних кузовних деталей [3-4].



Рис. 1 Класифікація сучасних високоміцних сталей

Сфери застосування високоміцних сталей постійно розширюються. Якщо раніше вони використовувалися переважно для простих елементів конструкції (кріплення, бампери, петлі, кронштейни), то сьогодні їх застосовують у силових елементах кузова, зонах контрольованої деформації, елементах підвіски та системах пасивної безпеки [3-5].

Використання високоміцних сталей забезпечує ряд важливих переваг: зменшення маси транспортних засобів на 10…25 %; зниження витрат пального; підвищення жорсткості конструкції; покращення показників пасивної безпеки; сумісність із існуючими виробничими технологіями; економічна ефективність у порівнянні з кольоровими сплавами і композитами, оскільки не потребують кардинальної зміни технології виробництва. Але є і обмеження використання високоміцних сталей: зниження пластичності при високій міцності; складність штампування складних форм; чутливість до технологічних режимів обробки; можливе зниження жорсткості конструкцій при зменшенні товщини; локальні неоднорідності властивостей; висока вартість.

Перспективи розвитку високоміцних сталей показані на рис. 2.



Рис. 2 Перспективи розвитку високоміцних сталей

Висновки: Високоміцні сталі є ключовими матеріалами сучасного автомобілебудування, основною перевагою яких є можливість зниження маси автомобіля при збереженні безпеки та зменшенні витрат на виробництво. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на підвищення технологічності високоміцних сталей та цифрове моделювання процесів.

Перелік посилань

1. Прокопович І. В. *Металознавство* : навч. посіб. Одеса : Екологія, 2020. 308 с.

2. Холявко В. В., Владимирський І. А. *Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів* : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 270 с. URL: https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62087

3. Рудасьов В. Б., Якубовський О. М., Головіна О. В. Сучасні тенденції застосування сталей підвищеної міцності в автомобілебудуванні. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2022. Том 33(72). № 1. С. 12–18. DOI: https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.1/03

4. Олішевська В. Є., Олішевський Г. С., Іванова Г. П. Металеві конструкційні матеріали для виробництва і ремонту деталей автомобілів: практика та перспективи. *Наука та прогрес транспорту*. 2025. № 3(111). С. 111–129. DOI: https://doi.org/10.15802/stp2025/341197 .

5. Олішевська В. Є., Бас К. М., Крівда В. В. *Основи технології виробництва та ремонту автомобілів. Практикум* : навч. посіб. Дніпро : НТУ «ДП», 2025. 223 с. URL: https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/170985

ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТА ПОРТАТИВНОЇ АКУСТИКИ І ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОЗРОБКИ СХЕМ ЕЛЕКТРОННИХ ПЛАТ

Комунальний заклад професійної (професійно-технічної) освіти «Київський професійний коледж артдизайну»

Закревський Кирило Миколайович, група АД1а
***Науковий керівник*: викладач спец. дисциплін Ющенко Микола Миколайович**

Автомобільна та портативна акустика є популярним напрямом серед автомеханіків і користувачів. Водночас велика кількість одноразових пристроїв призводить до накопичення електронних відходів. Одним зі шляхів зменшення цього навантаження є застосування вживаних компонентів (В/к) та вторинних матеріалів. Важливим є поєднання екологічного підходу з надійністю та безпекою [1].

Метою роботи є визначення доцільності застосування вживаних компонентів у акустичних системах та побудова трьох сценаріїв повторного використання – 30 %, 50 % та 70 % В/к. Додатково розглянуто можливості застосування штучного інтелекту для розробки електричних схем і друкованих плат. Пропонується не обмежуватися лише ремонтом, а інтегрувати вживані компоненти у нові вузли у побудові нових електронних вузлів для автомобільної та інших галузей [2].

У сфері електроніка циклічного типу доведено, що найбільший ефект дає повторне використання акумуляторів та корпусних матеріалів [3]. Для автомобільної техніки це питання стає дедалі важливішим, адже маса й вартість акустичних систем досить значна. Методи штучного інтелекту вже застосовуються у транспортних дослідженнях для кластеризації та моделювання процесів [4].

Європейський досвід, зокрема у Німеччині, показує ефективність законодавчої бази ElektroG/ElektroG3, що забезпечує розширену відповідальність виробників і розвиток повторного використання електроніки [5]. Технічні стандарти VDI 2343 визначають методи екологічно обґрунтованого поводження з електронними відходами [6]. У рамках проекту EffizientNutzen (Bosch) проведено понад 380 кейсів ремонту електроніки, частина з яких стосувалась акустики, досягнуто рівня успішності близько 55 % [7]. Останні публікації висвітлюють розробку vPCBs (друковані плати), які допускають повторне використання матеріалів, та концепцію SolderlessPCB для багаторазового використання SMD-компонентів без паяння [8-9]. Такі підходи створюють технічні передумови для широкого застосування В/к у нових пристроях. Використано допоміжних ШІ як інструменту ChatGPT (OpenAI), 2025.

Об’єктом дослідження є дві акустичні системи (моно Bluetooth-колонки) з лабіринтним корпусом, що за допомогою TWS-модуля з навушників в стерео режимі і можуть використовуватись як у автомобільній, так і у портативній акустиці. Для оцінки рівня повторного використання компонентів застосовано

три показники: %wt (масова частка) – відношення маси вживаних компонентів до загальної маси системи; %items (кількість позицій) – відношення кількості вживаних позицій до загальної кількості позицій у схемі; %cost (вартісна частка) – відношення вартості вживаних компонентів до загальної вартості системи.

Розрахунок %cost:

За базу взято собівартість нових компонентів, тобто фактичну ціну їх закупівлі у постачальників (онлайн-каталоги RCS, AliExpress) станом на 2024…2025 рр. Для вживаних компонентів (В/к) припущено, що їхня вартість дорівнює 0 грн у розрахунку, оскільки вони або вилучаються з відпрацьованих пристроїв (ноутбуків, TWS-навушників, електроінструментів), або купуються як відходи за символічну ціну.

Таким чином, %cost фактично показує, яку частку від вартості системи можна було б зекономити за рахунок використання В/к замість нових деталей. До вживаних компонентів (В/к) віднесено акумулятори 18650 зі старих батарей, TWS-модулі з навушників, частину проводки та кріплення, корпуси з вторинної деревини та пластику. До нових обов'язкових компонентів належать BMS, запобіжники, дроселі, індикатор на TL431, резистори та конденсатори індикатора, а також частина конденсаторів живлення.

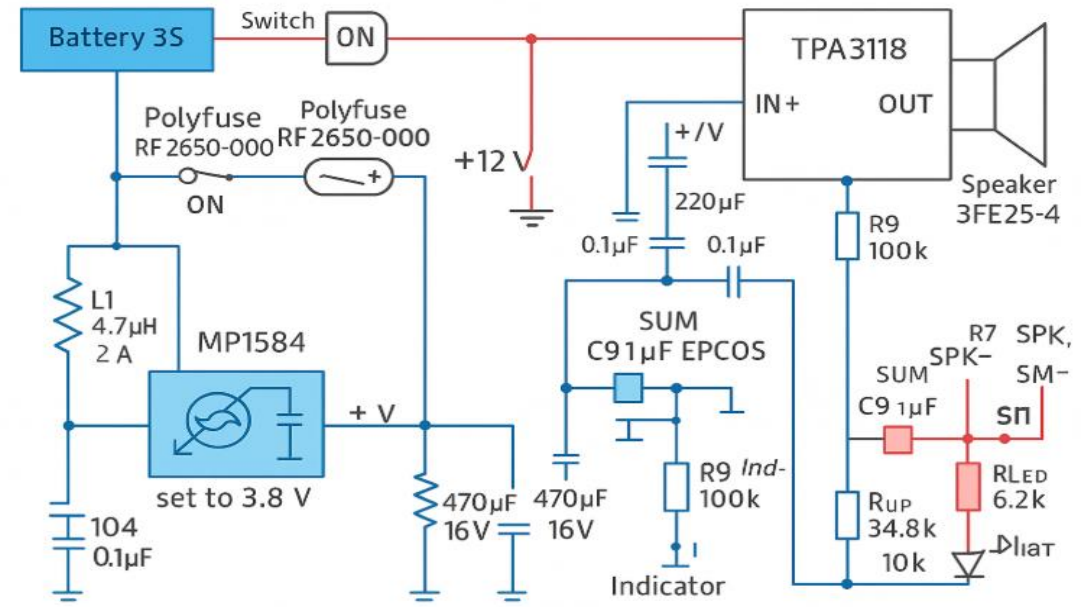


Рис. 1 Схема акустичної системи
(Розробка автора, візуалізована за допомогою ШІ)

Сценарій 30 % (мінімальне використання В/к): застосовуються лише акумулятори та TWS-модулі. Частки становлять %wt ≈ 25…30 %, %cost ≈ 20…30 %, %items ≈ 25…30 %.

Сценарій 50 % (середній рівень): додатково використовуються корпуси з вторинної деревини та пластику, частина проводки й кріплення. Частки становлять %wt ≈ 45…55 %, %cost ≈ 40…50 %, %items ≈ 45…50 %.

Сценарій 70 % (максимальне використання В/к): повторне використання модулів підсилювачів та стабілізаторів, старих захисних сіток, вимикачів і кле-

мників. Частки становлять %wt ≈ 60…70 %, %cost ≈ 60…70 %, %items ≈ 65…75 %.

В автомобільній акустиці найбільший екологічний ефект дає повторне використання корпусів, вторинного пластику і акумуляторів після обов'язкової спеціальним тестером (на кшталт Liitokala Lii-M4) та використовуються тільки з BMS для безпеки. Важливо зазначити, що вживані акумулятори повинні використовуватися лише з якісним BMS-захистом. Використання вторинного пластику у 3D-друці лабіринтних каналів в корпусі акустики дозволяє створити компактні та міцні корпуси, а бокові панелі з відновленої чи вторинної деревини покращують акустичні властивості та знижують вартість. Штучний інтелект може застосовуватись для автоматичного визначення придатних В/к, генерації електричних схем і переліків електричних з'єднань у схемі, трасування друкованих плат із урахуванням електромагнітних перешкод, а також для оцінки життєвого циклу акустичних систем.

У автомобільній та портативній акустиці можливо забезпечити від 30 % до 70 % конструкції за рахунок вживаних компонентів (В/к), залежно від сценарію. Найбільший екологічний ефект досягається завдяки повторному використанню акумуляторів та корпусних матеріалів. Нові пасивні елементи живлення й захисту залишаються необхідними для гарантії надійності та безпеки. Використання ШІ у проектуванні електронних схем дозволяє скоротити час розробки, знизити ризик помилок і сприяти екологічності через оптимізацію розміщення компонентів.

Очікувана амплітудно-частотна характеристика нашої досліджуваної системи:

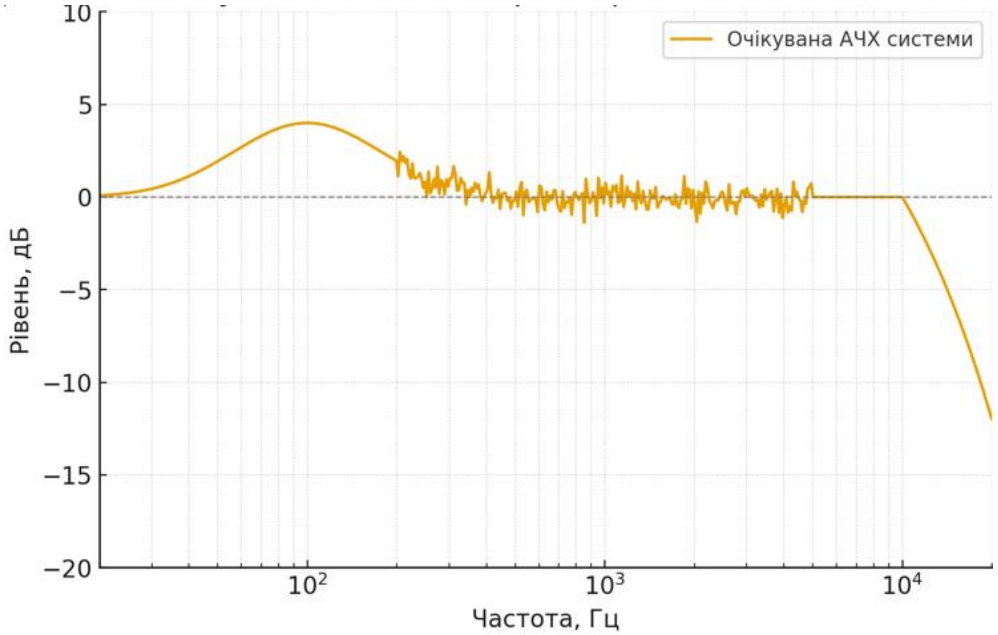


Рис.2 Очікувана амплітудно-частотна характеристика
(Розрахункова модель автора, візуалізована за допомогою ШІ)

Підйом у районі ~100 Гц (лабіринт дає підсилення басу до +4 дБ).
Рівна середина від 200 Гц до 5 кГц (±1 дБ).

Поступовий спад вище 10 кГц, до – 12 дБ на 20 кГц (типово для 3″ де форма кривої відповідає типовим характеристикам 3" широкосмугових динаміків Faital Pro, розміщених у лабіринтному корпусі).

Перелік посилань

1. Umweltbundesamt. Electrical and Electronic Equipment Act (ElektroG3). Germany, 2022.

2. VDI 2343 Guideline Committee. Reuse and Recycling of Electronic Equipment. Germany, 2021.

3. Rudolf S. et al. *Extending the Life Cycle of EEE—Findings from a Repair Study in Germany. Sustainability*, 14(5), 2993, 2022.

4. EffizientNutzen consortium (incl. Bosch). *Project Flyer: Data-based business models for extended product use*. 2021.

5. Zhang Z. et al. *Recyclable vitrimer-based printed circuit boards for circular electronics. Nature Sustainability*, 2024.

6. Zhang Z. et al. *Recyclable vitrimer-based printed circuit board for circular electronics.* arXiv:2308.12496, 2023.

7. Yan Z. et al. *SolderlessPCB: Reusing Electronic Components in PCB Prototyping.* CHI 2024 / ACM DL.

8. Khrustalev D. et al. *A new approach to designing easily recyclable PCBs. Scientific Reports*, 2022.

9. VDI. Guideline committee VDI 2343. Verein Deutscher Ingenieure, 2025.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЄМНОСТІ ТЯГОВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ЕЛЕКТРИЧНОЮ ТЯГОВОЮ УСТАНОВКОЮ

Національний транспортний університет

Зотько Денис Сергійович, група ААмн-ІІ-1
***Наукові керівники:* к.т.н., доц. Будниченко Валерій Борисович,**
ст. викладач Подпіснов Владислав Сергійович

Сучасний розвиток транспортної галузі характеризується активним впровадженням екологічно чистих технологій, зокрема транспортних засобів з електричною тяговою установкою. Це зумовлено необхідністю зменшення негативного впливу транспорту на довкілля, а також підвищенням енергоефективності пасажирських перевезень. Нині такі тягові установки застосовуються не лише у тролейбусах, а й в електробусах та електричних колісних транспортних засобах.

З метою поширення колісних транспортних засобів з електричною тяговою установкою в європейських країнах для їхніх власників передбачено різноманітні пільги – від безперешкодного в'їзду до центральних частин міст до звільнення від окремих податків. Так, у Таллінні власники електромобілів звільняються від оплати паркування [1].

В Україні основним напрямом розвитку парку транспортних засобів з електричною тяговою установкою є розвиток міського електричного транспорту. Зокрема, з метою поліпшення екологічного стану міст було прийнято законодавчий акт, який передбачає поступову заміну дизельних автобусів, що здійснюють перевезення в містах України, на транспортні засоби з електричними тяговими установками та інші екологічні види транспорту [2]. У 2025 році громади міст отримали 107 тролейбусів, що є рекордом за час від початку повномасштабної війни. Переважну частку постачань складають нові тролейбуси (75 одиниць), більшість з яких (66 одиниць) були придбані в рамках співпраці з міжнародними фінансовими організаціями (МФО). Таке зростання кількості поставлених одиниць рухомого складу зумовлене підписанням у 2024 році великої кількості договорів на постачання, які почали реалізовуватись саме в 2025 році [3].

Важливою ознакою існуючих маршрутів автобусів у великих містах України є те, що значна їх частина мають ділянки без контактної мережі. Тому на таких маршрутах доцільно використовувати тролейбуси з функцією автономного ходу, які живляться від тягових акумуляторних батарей на ділянках без контактної мережі [4].

Актуальність даного дослідження зумовлена відсутністю уніфікованих підходів до обґрунтування енергоємності тягових акумуляторних батарей (ТАБ), що використовуються в транспортних засобах з електричною тяговою установкою. Невизначеність у виборі параметрів ТАБ призводить або до над-

лишкових витрат, або до недостатньої автономності транспортного засобу, що негативно впливає на ефективність його експлуатації.

Метою роботи є розроблення методів обґрунтування енергоємності тягової акумуляторної батареї, яка забезпечує задані експлуатаційні параметри транспортного засобу, зокрема довжину автономного ходу та ресурс роботи.

У роботі проведено аналіз сучасного стану розвитку транспортних засобів з електричною тяговою установкою в Україні. Кількість таких транспортних засобів, що мають функцію автономного ходу, становить приблизно 15 % від загальної кількості транспортних засобів, що перебувають в експлуатації. Нині вони експлуатуються на маршрутах у містах Харків, Вінниця, Кременчук, Львів, Хмельницький, Миколаїв.

Основними виробниками транспортних засобів з електричною тяговою установкою та функцією автономного ходу в Україні є такі підприємства:

– ТОВ «Політехносервіс» (м. Бровари), що виготовляє тролейбуси PTS типу T12309;

– ТОВ «ЧАЗ» (м. Чернігів), що виготовляє тролейбуси «Барвінок» типу T12240;

– ТОВ «ЕЛЕКТРОНМАШ» (м. Львів), що виготовляє тролейбуси «Електрон» типу T19120.

Крім виробників тролейбусів, експлуатаційні підприємства також здійснюють переобладнання транспортних засобів, що перебувають в експлуатації, з метою надання їм функції автономного ходу. Таке переобладнання було виконано, зокрема, у містах Кременчук (тролейбуси типу T70117) та Миколаїв (тролейбуси ЛАЗ типу E183).

Розроблено загальний підхід до визначення енергоємності ТАБ, який базується на забезпеченні двох основних умов: недопущення критичного розряду батареї та збереження її ресурсу протягом заданого періоду експлуатації. Запропоновано математичні моделі, що дають змогу визначити ресурс ТАБ залежно від кількості циклів заряду-розряду, режимів експлуатації та втрати ємності з часом.

Особливу увагу приділено визначенню питомих витрат енергії транспортного засобу, які є ключовим параметром під час розрахунку енергоємності батареї. Запропоновано метод визначення цього показника на основі статистичних даних, що враховують навантаження транспортного засобу пасажирами та умови руху. Для цього використано методи кореляційно-регресійного аналізу, які дають змогу встановити залежність між витратами енергії та параметрами транспортного процесу [5].

Запропоновані математичні моделі дають змогу визначити необхідну енергоємність ТАБ з урахуванням робочого та критичного діапазонів розряду, що забезпечує надійність роботи транспортного засобу та оптимізацію витрат.

Перелік посилань

1. Parking permit for an electric car. *City of Tallinn.* URL: https://www.tallinn.ee/en/services/parking-permit-electric-car (Accessed 01.04.2026).

2. Про деякі питання використання транспортних засобів, оснащених електричними двигунами, та внесення змін до деяких законів України щодо подолання паливної залежності і розвитку електрозарядної інфраструктури та електричних транспортних засобів : Закон України від 24 лютого 2023 р. № 2956-IX / *Верховна Рада України.* URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2956-20/#Text (дата звернення: 26.03.2026).

3. У 2025-му році міста України отримали 107 тролейбусів. Центр Транспортних Стратегій. URL: https://cfts.org.ua/news/2026/01/06/u_2025_mu_mista_ukrani_otrimali_107_troleybusiv_85462 (дата звернення: 01.04.2026).

4. Андрусенко С. І., Будниченко В. Б., Подпіснов В. С. Розробка методики визначення експлуатаційних витрат автобусів та тролейбусів з різними видами силових установок. *Автошляховик України.* 2022. № 2(270)'2022. С. 15-25. DOI: doi.org/10.33868/0365-8392-2022-2-270-15-25.

5. Опря А. Т. Статистика (модульний варіант з програмовою формою контролю знань) : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2012. 448 с.

АНАЛІЗ РИНКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

ВСП "Автотранспортний фаховий коледж
НТУ "Дніпровська політехніка"

Касьянов Станіслав Сергійович, група АТ 23-3/9
***Науковий керівник*: Ходос Ольга Геннадіївна**

Автомобільний парк в Україні складає близько 10 мільйонів легкових автомобілів і його кількість постійно зростає не зважаючи на військовий стан та економічні проблеми. У 2025 році зареєстровано 477216 транспортних засобів, з них 160752 одиниці – нові ТЗ, які придбані в автосалонах та 316464 одиниці – вживані, які ввезенні з-за кордону [1].

Збільшення кількості автомобільного парку України призводить до збільшення забруднювання навколишнього середовища. Сучасний автомобіль викидає понад 200 токсичних речовин, серед них окисли вуглецю, сірки, азоту, свинець і його сполуки, бензапірен тощо. На автомобільний транспорт припадає 55 % викидів вуглеводневих сполук, 47 % оксиду вуглецю, 98,6 % оксидів азоту від загальної кількості цих речовин, що надходять в атмосферу України [2].

У 2024 році Європейський парламент ухвалив угоду, досягнуту з Радою ЄС щодо регламенту Євро-7, який встановлює жорсткіші обмеження на викиди. Тому альтернативою автомобілям з ДВЗ є електромобілі.

Ринок електромобілів в Україні змінний. Наприкінці 2025 року, особливо у грудні, спостерігалося значне збільшення ринку імпортованих електромобілів, як нових так і вживаних, майже у тричі в порівнянні з попередніми місяцями, і склала 35169 одиниць. Таке різке зростання через повернення із 1 січня 2026 року ПДВ на електромобілі, що складає 20 % [3]. І це також призвело до спадання ринку легкових електромобілів у січні та лютому 2026 року, бо хто планував придбати електромобіль, зробив це у грудні 2025 року. Також вплинуло збільшення тарифів у операторів зарядних станцій, через підвищення собівартості електроенергії та проблем з електропостачанням. А ще аномальні морози у лютому 2026 року в Україні призвели до збільшення тривалості заряджання електромобіля, зменшення запасу ходу.

Але з настанням березня 2026 року, через геополітичний конфлікт на Близькому Сході і порушення постачання нафти, відбулося зростання вартості бензину та дизельного палива. І динаміка ринку електромобілів в Україні знов збільшилась і склала 6361 імпортований електромобіль.

Враховуючи зазначені фактори, динаміка ринку електромобілів в Україні має тенденцію до стабілізації, бо попит на екологічний та економічно ефективний автомобільний транспорт залишається високим.

Перелік посилань

1. Ринок нових легковиків в Україні. URL: https://eauto.org.ua/news/ (дата звернення: 25.04.2026).

2. Транспорт і раціональне природокористування. URL: https://buklib.net/books/21910/ (дата звернення: 25.04.2026).

3. Здорожчання електрокарів. Ініціатива НБУ. URL: https://uk-winner.com/podatkovi-pilhy-dlya-elektromobiliv/ (дата звернення: 25.04.2026).

СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ МАЛОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

Хмельницький національний університет

Кирилюк Дмитро Олександрович, група ПОт-23-1
***Науковий керівник:* к.пед.н., доц. Бохонько Євген Олександрович**

Створення засобів малої механізації шляхом використання вторинної сировини машинобудівного виробництва є важливим напрямом розвитку сучасної інженерної думки, що поєднує економічну ефективність, екологічну доцільність і практичну значущість. У процесі машинобудування утворюється значна кількість відходів, зокрема металевих обрізків, зношених деталей, вузлів і конструктивних елементів, які часто не використовуються повторно, хоча мають значний ресурс експлуатаційної придатності. Раціональне використання таких матеріалів дозволяє зменшити витрати на виготовлення нових виробів, підвищити рентабельність виробництва та скоротити негативний вплив на довкілля.

Засоби малої механізації відіграють важливу роль у підвищенні продуктивності праці, особливо в умовах малих підприємств, фермерських господарств і індивідуального виробництва. До них належать ручні та напівмеханізовані пристрої, допоміжні механізми, міні-обладнання для обробки матеріалів, транспортування вантажів і виконання різних технологічних операцій. Використання вторинної сировини при їх створенні дає можливість значно знизити собівартість продукції та зробити її доступною для широкого кола користувачів.

Особливу увагу необхідно приділяти процесам відбору, сортування та підготовки вторинних матеріалів. Вони включають очищення, механічну обробку, відновлення геометричних параметрів, а також перевірку на міцність, знос і наявність дефектів. Це забезпечує надійність, довговічність і безпечність виготовлених засобів малої механізації. При цьому, конструювання таких пристроїв повинно базуватися на принципах простоти, універсальності, доступності матеріалів і ремонтопридатності [1-2].

Крім використання як окремих пристроїв, засоби малої механізації, виготовлені з вторинної сировини, можуть ефективно застосовуватися як навісне або причіпне обладнання до тракторів. Зокрема, на основі відпрацьованих металевих конструкцій, рам, валів і вузлів доцільно створювати причепи, культиватори, відвали, підйомні механізми, транспортні платформи та інші допоміжні пристрої. Це дозволяє значно розширити функціональні можливості тракторної техніки без значних фінансових витрат. Такі рішення є особливо актуальними для малих фермерських господарств, де важливо максимально ефективно використовувати наявну техніку.

Використання вторинної сировини у цьому напрямі має також важливе екологічне значення, оскільки сприяє зменшенню обсягів промислових відходів, скороченню використання первинних ресурсів і зниженню рівня техногенного навантаження на довкілля. Це відповідає принципам циркулярної економіки, яка передбачає повторне використання, відновлення та переробку матері-

алів. Оцінювання ефективності таких рішень доцільно здійснювати з урахуванням життєвого циклу продукції.

Крім того, розвиток цього напрямку має значний соціально-економічний ефект, оскільки сприяє створенню нових можливостей для малого бізнесу, розвитку технічної творчості та самозайнятості населення. Таким чином, створення засобів малої механізації на основі вторинної сировини машинобудівного виробництва є перспективним, економічно вигідним і екологічно обґрунтованим напрямом розвитку сучасного виробництва [3].

Перелік посилань

1. ДСТУ ISO 14040:2013. Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Принципи та структура.

2. ДСТУ ISO 14044:2013. Екологічне управління. Оцінювання життєвого циклу. Вимоги та настанови.

3. Мельник Л. Г. Основи стійкого розвитку: підручник. Суми : Університетська книга, 2016.

АДАПТИВНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЯГОЮ НА ОСНОВІ ШІ В АВТОСПОРТІ FORMULA E

НТУ «Дніпровська політехніка»

Клещевников Данило Валерійович, група 274-23-1
***Науковий керівник:* асист. Москаленко Анна Сергіївна**

Огляд дослідження полягає в сучасному етапі розвитку транспортної індустрії стрімким переходом до електричної мобільності. Наразі це поступово застосовуються в серії автоспорту Formula E, яка є головним технологічним прототипом, де в екстремальних умовах відпрацьовуються рішення, що згодом стають стандартом для серійних електромобілів. На відміну від двигунів внутрішнього згоряння, електродвигуни забезпечують максимальний крутний момент миттєво, що вимагає регулювання при запобігання буксуванню та надмірному зносу шин. За допомогою використання ШІ у системи адаптивного керування тягою дозволяє перейти від реактивних методів (реагування на помилку) до прогностичних, що забезпечує не лише перевагу в гонці, а й фундаментальний прогрес у безпеці дорожнього руху і пілота за болідом в реальному часі.

Саме з таким алгоритмом функція ШІ впроваджує момент відсотку подачу сигналу на кожне колесо, при цьому аналізуючи кутову швидкість, кут повороту керма та вертикальне навантаження, ці методи значно прискорить пілота боліда.



Рис. 1 Графік схем та потужності та роботи алгоритмів керування на основі ШІ

На рис. 1 зображено інструменти штучного інтелекту які покращують прийняття рішень у режимі реального часу під час перегонів, завдяки моделям, що імітують тисячі потенційних умов перегонів. Це пропонує статистичні прогнози щодо таких речей, як деградація шин, ймовірність обгону або оптимальний час для піт-стопів. Ці дані потім передаються безпосередньо стратегам пе-

регонів, дозволяючи їм приймати рішення за частки секунди, які відрізняють перемогу від поразки.

Відповідно системи в режимі реального часу також надають водіям доступ до критично важливих налаштувань продуктивності на ходу. Тактильні сповіщення, вбудовані в кермо, оптимізовані звукові сигнали та дані, що відображаються на приладовій панелі, можуть підказати про незначні зміни таких факторів, як керування дросельною заслінкою, тиск гальм або вибір передачі, оптимізуючи комунікацію між інженерами та водіями, одночасно зменшуючи розумове навантаження на водія під час гонки.

Моє бачення щодо застосування ШІ в системах керування тягою електричних болідів є перспективним напрямом розвитку сучасного автоспорту. Використання таких технологій значно змінять і підвищують практичні навички систем в серійних болідів.

Перелік посилань

1. Renn J. In the Driver’s Seat: How AI Is Steering Formula 1 Into the Future. 2025. URL: https://f1chronicle.com/in-the-drivers-seat-how-ai-is-steering-formula-1-into-the-future/

2. Formula E запустила центр статистики на базі штучного інтелекту 2025. URL: https://autogeek.com.ua/formula-e-zapustyla-czentr-statystyky-na-bazi-shtuchnogo-intelektu/

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кміть Павло Олегович, група 275-22-1
***Науковий керівник*: ст. викл. Мельнікова Юлія Ігорівна**

Функціонування суб'єктів господарювання невід'ємно пов'язане з логістичними процесами, що охоплюють постачання сировини, дистрибуцію готової продукції та внутрішньовиробниче переміщення вантажів. Удосконалення роботи транспорту і підвищення узгодженості роботи всіх ланок логістичних ланцюгів є критичними чинниками, які безпосередньо впливають на загальну економічну ефективність та конкурентоспроможність підприємства.

При плануванні і організації процесу перевезення вантажу в ланцюгах постачань важливу роль відіграє узгодженість роботи всіх учасників. Для формалізації взаємодії транспортних засобів із виробничими або складськими ланками логістичної системи доцільно застосовувати теорію масового обслуговування. Перевага даного підходу полягає у можливості розробки адекватних аналітичних моделей для логістичних конфігурацій будь-якого рівня складності. Використання стохастичного моделювання з урахуванням варіативності вхідних параметрів та наявних ресурсних обмежень дозволяє мінімізувати часові втрати на всіх етапах доставки вантажу.

Однією з нагальних проблем в організації перевізного процесу є наявність непродуктивних простоїв транспортних засобів в очікуванні здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт в пунктах вантажовідправника та/або вантажоотримувача. Така проблема постає у випадку невідповідності пропускної спроможності складу вхідному та/або вихідному вантажопотокам.

Для формалізації взаємодії автомобілів, що здійснюють перевізний процес, зі складом можна використовувати різні типи систем масового обслуговування (СМО). Це дозволяє спрогнозувати основні показники роботи автомобілів і визначити раціональні параметри роботи складу, а саме економічно обґрунтовану кількість навантажувально-розвантажувальних механізмів (НРМ) або фронтів.

При визначенні раціональної кількості навантажувально-розвантажувальних механізмів транспортно-термінальну систему (ТТС) розглянемо як n – канальну СМО без відмов в обслуговуванні.

СМО визначає сукупність трьох ключових компонентів: параметри вхідного потоку заявок, обраний порядок формування черги і характеристики процесу обслуговування.

Інтенсивність вхідного потоку є випадковою величиною, яка може підпорядковуватися певному закону розподілу. За допомогою статистичного аналізу даних встановлюються параметри закону розподілу, які визначають кількість автомобілів, що прибувають до ТТС. Автомобілі обслуговуються по мірі їх прибуття до ТТС. Варіювання чисельності НРМ (n каналів) безпосередньо впливає на динаміку формування черги та її середню довжину в СМО.

Для визначення абсолютної пропускної спроможності СМО необхідно визначити середній час обслуговування НРМ одного автомобіля і кількість НРМ.

Для обґрунтування оптимальної кількості НРМ пропонується використовувати показник сукупної собівартості ТТС ($S_{\text{сук}}$), розрахунок якого наведено у формулі 1:

$$S_{\text{сук}} = S_{\text{с}}^{\text{а}} + S_{\text{с}}^{\text{нрм}}, \quad (1)$$

де $S_{\text{с}}^{\text{а}}$ – собівартість перевезень, грн/т; $S_{\text{с}}^{\text{нрм}}$ – собівартість обслуговування НРМ автомобілів, грн/т.

В свою чергу собівартість перевезень визначається за формулою 2:

$$S_{\text{с}}^{\text{а}} = \frac{\text{В}_{\text{тр}}^{\text{а}} \cdot (1 - \text{р}_{\text{ч}}) + (\text{В}_{\text{тр}}^{\text{а}} \cdot \frac{(\text{Т}_{\text{м}} - \text{Т}_{\text{оч}})}{\text{Т}_{\text{м}}} + \text{В}_{\text{пр}}^{\text{а}} \cdot \frac{\text{Т}_{\text{оч}}}{\text{Т}_{\text{м}}}) \cdot \text{р}_{\text{ч}}}{W_{\text{ск}}^{\text{а}}}, \quad (2)$$

де $\text{В}_{\text{тр}}^{\text{а}}$ – витрати на роботу автомобіля за умови відсутності непродуктивних простоїв, грн/год; $\text{В}_{\text{пр}}^{\text{а}}$ - витрати автомобіля за умови непродуктивних простоїв, грн/год; $\text{Т}_{\text{м}}$ – тривалість маршруту, год; $T_{\text{оч}}$ - середня тривалість очікування автомобіля у черзі, год; $\text{р}_{\text{ч}}$ - ймовірність утворення черги автомобілів в ТТС; $W_{\text{ск}}^{\text{а}}$ – скорегована продуктивність автомобіля, т/год.

Собівартість обслуговування НРМ автомобілів визначається за формулою 3:

$$S_{\text{с}}^{\text{нрм}} = \frac{\text{В}_{\text{тр}}^{\text{нрм}} \cdot (\text{р}_{\text{ч}} + \text{р}_{n}) + \text{В}_{\text{пр}}^{\text{нрм}} \cdot \text{р}_{\text{о}} + \sum_{k=1}^{n-1}(p_k \cdot \frac{k \cdot \text{В}_{\text{тр}}^{\text{нрм}} + (n-k) \cdot \text{В}_{\text{пр}}^{\text{нрм}}}{n})}{W_{\text{ск}}^{\text{нрм}}}, \quad (3)$$

де $\text{В}_{\text{тр}}^{\text{нрм}}$ – витрати на роботу НРМ за умови відсутності непродуктивних простоїв, грн/год; $\text{В}_{\text{пр}}^{\text{нрм}}$– витрати НРМ при непродуктивних простоях, грн/год; $\text{р}_{\text{о}}$ - ймовірність відсутності автомобілів на складі (простою НРМ); $W_{\text{ск}}^{\text{нрм}}$ – скорегована продуктивність НРМ, т/год; р_{n} - ймовірність того, що до складу під'їде кількість автомобілів, яка дорівнює кількості НРМ; *n* – існуюча кількість НРМ, од; *к* – кількість автомобілів, які можуть під'їхати до складу без утворення черги; p_k - ймовірність того, що до складу під'їде кількість автомобілів, що дорівнює *к*.

Скорегована продуктивність автомобіля розраховується за формулою 4:

$$W_{\text{ск}}^{\text{а}} = W_{\text{тр}}^{\text{а}} \cdot (1 - \text{р}_{\text{ч}}) + W_{\text{тр}}^{\text{а}} \cdot \text{р}_{\text{ч}} \cdot \frac{\text{Т}_{\text{м}}}{\text{Т}_{\text{оч}}}, \quad (4)$$

де $W_{\text{тр}}^{\text{а}}$- середня продуктивність автомобіля, т/год.

Скорегована продуктивність НРМ розраховується за формулою 5:

$$W_{\text{ск}}^{\text{нрм}} = \sum_{k=1}^{\text{к}=n}\left(\frac{k \cdot W_{\text{р}}^{\text{нрм}} \cdot p_k}{n}\right) + W_{\text{р}}^{\text{нрм}} \cdot \text{р}_{\text{ч}}\,, \qquad (5)$$

де $W_{\text{р}}^{\text{нрм}}$- середня продуктивність НРМ, т/год.

Для підвищення ефективності перевізного процесу була розроблена модель функціонування ТТС, яка представлена у вигляді СМО і дозволяє збільшити її абсолютну пропускну здатність, що в кінцевому результаті зменшить час доставки вантажів. На рис. 1 представлена реалізація розробленої моделі, де раціональна кількість НРМ складає 12, що на 2 НРМ менше ніж існує в ТТС на даний момент.

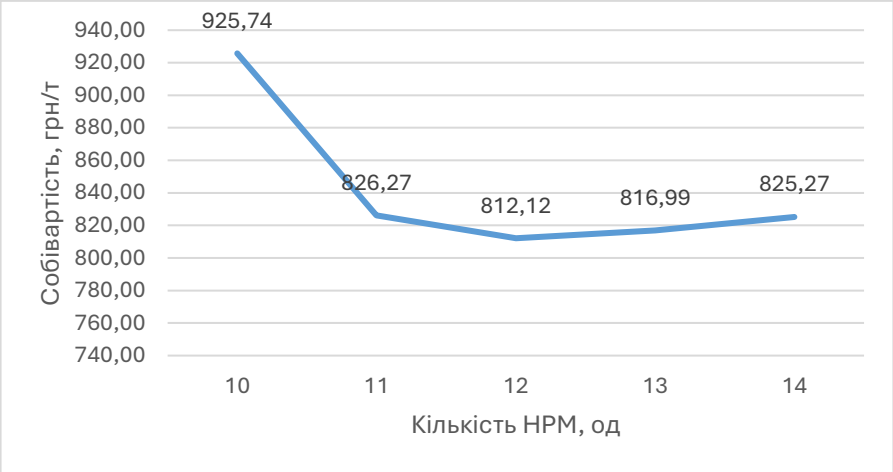


Рис. 1 Обґрунтування кількості НРМ

Застосування отриманих результатів сприяє мінімізації непродуктивних простоїв рухомого складу та НРМ, що забезпечує скорочення термінів доставки вантажів і зниження сукупних експлуатаційних витрат ТТС.

Перелік посилань

1. Дьоміна В. М. Оптимізаційні методи та моделі. Моделювання систем масового обслуговування: конспект лекцій / В. М. Дьоміна; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Х.: ХНАУ, 2015. – 42 с

2. Проєктування транспортно–термінальних систем : навчальний посібник [Електронний ресурс] / Кужель В. П., Кашканов А. А., Кашканов В. А., Галущак О. О., Галущак Д. О., Антонюк О. П. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – (PDF, 217 с.)

3. Бережна Н.Г., Біляєва О.С., Войтов В.А., Горяїнов О.М., Карнаух М.В., Кравцов А.Г., Кутья О.В., Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю. Проблеми транспортно-логістичного забезпечення в аграрній галузі. Монографія. – Харків: Міськдрук, 2019. – 180 с.

4. Прокудін Г.С. Назарова А.П. Моделі альтернативних варіантів логістичних ланцюгів доставки вантажів // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: «Технічні науки». Том 34 (73) № 2, 2023, С. 189-193.

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ЯК СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Коваленко Микита Олександрович, група 275-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Клименко Ірина Юріївна**

Транспортна система України є ключовою ланкою в архітектурі європейської інтеграції та фундаментом для забезпечення експортного потенціалу держави. Проте сучасні екзогенні виклики – військова агресія та наслідки пандемії – сформували умови критичної невизначеності, що вимагають докорінного перегляду стратегій управління [1].

Системний характер кризи підтверджується статистикою: згідно з дослідженнями, у 2022 році 66 % підприємств транспортної галузі зазнали прямих збитків, причому 55 % респондентів оцінили їх як значні [2]. Навіть у докризовий 2021 рік Україна посідала лише 81-ше місце в Індексі глобальної конкурентоспроможності, що свідчило про інституційну слабкість та технологічне відставання сектору. Традиційні методи управління, орієнтовані на лінійне планування, остаточно втратили ефективність. Подальше функціонування галузі неможливе без негайної ідентифікації деструктивних чинників та переходу до інноваційної парадигми розвитку [3].

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка стратегічних напрямів підвищення конкурентоспроможності підприємств через синергію CRM/TMS-систем, предиктивного ризик-менеджменту та стандартів "зеленої логістики".

Системна криза в управлінні українськими логістичними операторами виступає головним бар’єром для їхньої інтеграції у глобальні ланцюги постачання. Деградація конкурентних позицій зумовлена наявністю глибоких розривів у трьох площинах:

1. Операційні недоліки. Низька швидкість обробки заявок зумовлена відсутністю жорстких регламентів. За оцінками експертів Wezom, менеджер витрачає до 70 % робочого часу на рутинні операції, що є наслідком "хаосу в блокнотах" та відсутності автоматизованих воронок продажів. Це знижує продуктивність праці у 2…4 рази порівняно з лідерами ринку ЄС.

2. Інформаційні розриви. Відсутність структурованої історії взаємодії з контрагентами та слабка аналітика продажів унеможливлюють стратегічне планування. Підприємства фактично позбавлені інструментів предиктивного аналізу ринкової кон’юнктури.

3. Інфраструктурні обмеження. Окрім фізичного руйнування 315 мостів та 110 залізничних вокзалів, галузь потерпає від хронічного недофінансування та дефіциту кваліфікованих кадрів, здатних оперувати сучасними IT-рішеннями.

Основні проблеми в транспортній галузі та наслідки для конкурентоспроможності представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Наслідки виявлених проблем для конкурентоспроможності

Виявлена проблема	Наслідок для конкурентоспроможності
Низька швидкість обробки заявок	Втрата клієнтів на пре-сейл етапі, перехід замовників до іноземних операторів.
Ручне управління та "хаос у блокнотах"	Висока собівартість послуг, критичне зростання ризику людської помилки.
Відсутність аналітики продажів	Неможливість стратегічного планування та прогнозування грошових потоків.
Інфраструктурні руйнування	Порушення стандартів SLA (Service Level Agreement), ріст логістичних витрат.
Відсутність історії взаємодії з клієнтом	Низька лояльність (LTV) та неможливість впровадження персоналізації послуг.

Ідентифіковані проблеми доводять, що технологічне оновлення є питанням не лише розвитку, а й фізичного виживання суб'єктів господарювання.

Цифрова трансформація галузі у 2026 році має еволюціонувати від впровадження окремих інструментів до створення єдиної цифрової екосистеми [4]:

1. Впровадження CRM та TMS систем. Автоматизація воронки продажів (згідно з методологією Wezom) усуває операційну рутину та забезпечує сегментацію перевізників [5]. Це сприятиме скороченню часу обробки замовлення у 2-4 рази, мінімізації втрат лідів.

2. Штучний інтелект (AI) та Big Data. AI трансформується у проактивного диспетчера. Згідно з прогнозами Ekol (2026), ШІ стає архітектором мереж, що забезпечує розвиток мікрохабів та фулфілмент-центрів у містах для реалізації концепції "тут і зараз". Це дозволить скоротити час обробки вантажу на 30-50% та оптимізацувати "останню милю".

3. Цифровізація ризик-менеджменту. Впровадження "цифрових двійників" (Digital Twins) дозволяє моделювати кризові сценарії в реальному часі, переходячи від реактивного до проактивного управління [6]. Це сприятиме зниженню операційної невизначеності та витрат на ліквідацію наслідків збоїв.

4. Зелена логістика та DPP. Впровадження Цифрового паспорта продукту (DPP) та врахування вуглецевого податку CBAM стають критичними для прозорості ланцюгів постачання. Це сприятиме збереженню доступу до ринків ЄС та підвищенню інвестиційної привабливості за критеріями ESG.

Синтез цих інструментів дозволяє сформувати адаптивні ланцюги постачання, які здатні миттєво реагувати на волатильність глобального ринку.

Для забезпечення стратегічної переваги транспортне підприємство має оперувати математично обґрунтованими методами оцінки якості. Ключовим інструментом є інтегральний показник конкурентоспроможності.

Для візуалізації ринкової позиції використовується алгоритм побудови "багатокутника конкурентоспроможності", де векторами виступають надій-

ність, вчасність (SLA), інноваційність та персоналізація. Крім того, для глибинного аналізу застосовується метод семантичного диференціалу, який дозволяє побудувати профіль підприємства на основі експертних оцінок за 10-бальною шкалою (від іміджу до фінансового потенціалу). Такий підхід перетворює управління якістю з суб'єктивного процесу на точний інструмент стратегічного менеджменту.

За результатами дослідження зроблено такі узагальнюючі висновки:

1. Конкурентоспроможність у 2026 році базується на інтеграції AI та CRM у єдиний контур з екологічною відповідальністю. Тільки такий симбіоз дозволяє українському бізнесу відповідати вимогам CBAM та DPP.
2. Використання цифрових двійників та предиктивної аналітики є базовою умовою виживання в умовах перманентних криз, дозволяючи перетворити ризики на джерело конкурентних переваг.
3. Управління якістю через інтегральні показники та SLA-контроль стає головним диференціатором у конкурентній боротьбі з транснаціональними корпораціями.

Реалізація запропонованого вектору розвитку є критичною для післявоєнного відновлення України та її повноцінного закріплення в економічному просторі ЄС як надійного та технологічного логістичного хабу.

Перелік посилань

1. Ареф'єва О. В., Годун В. С. Стратегізація підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку транспортних послуг // Економіка та суспільство. – 2023. – № 55. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-113.

2. Ложачевська О. М., Третініченко М. В. Управління якістю послуг транспортних підприємств // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2023. – Вип. 114, ч. 2. – С. 261–269.

3. Орел В. М., Вовченко А. О., Бібік О. М. Інноваційний розвиток та конкурентоспроможність транспортних організацій на глобальних ринках // Економіка та суспільство. – 2024. – № 68. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-21.

4. Ремига Ю. С., Щербатих Д. В., Прокопенко Н. С. Цифровізація управління ризиками як фактор підвищення конкурентоспроможності транспортних підприємств // Науковий журнал ПВНЗ «Європейський університет». – 2026. DOI: 10.60022/3(2)-9S.

5. Гузенко С., Северин О. CRM-система для транспортних компаній: переваги впровадження для вантажоперевезень [Електронний ресурс] // Аналітичні матеріали IT-компанії WEZOM. – 2021. Режим доступу: https://wezom.com.ua/ua/blog/crm-dlja-ekspeditorov-i-perevozchikov

6. Северин О. Г. Головні тренди логістики на 2026 рік, що формують нову епоху галузі [Електронний ресурс] // Ekol Logistics Ukraine : аналітика та блог. – 2025. Режим доступу: https://ekol.com.ua/golovni-trendy-logistyky-na-2026-rik-shho-formuyutb-novu-epohu-galuzi/

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ШЛЯХОМ КОРОТКОЧАСНОГО ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ

Комунальний заклад професійної (професійно-технічної) освіти «Київський професійний коледж артдизайну»

Компанець Богдан Сергійович, група АД1а
***Науковий керівник*: викладач спец. дисциплін Ющенко Микола Миколайович**

Проблема внутрішніх відкладень у дизельних системах (IDID) пов'язана з полярними/окисненими компонентами палива, взаємодіями присадок і мікроводи; наслідки – дрейф подачі, порушення якості розпилу, зростання пульсацій тиску [1-2]. Механічні ПНВТ (рядні PE й розподільні VE) особливо чутливі до чистоти та змазувальних властивостей палива, рівномірності секцій і стабільності тиску [4]. DMSO – полярний апротонний розчинник, який добре розчиняє полярну частку IDID, але має низьку змішуваність з алкановою фракцією дизельного палива, утворюючи дві рідини; тому застосовується лише у відокремленому контурі з подальшим повним витісненням [3].

Вимоги якості після процедур очищення: відновлена змазувальність палива (HFRR, ціль WSD ≤ 460 мкм) і незниження здатності фільтра відділяти воду (ISO 16332) [5], [8].

Матеріальна сумісність: еластомери NBR/EPDM у присутності DMSO набухають і втрачають міцність; стійкими є FKM/Viton і фторполімери (PTFE/ETFE). «Мокрі» елементи контуру – AISI 316L або скло [6].

Безпека: DMSO має температуру спалаху ≈ 95 °C, температуру самозаймання ≈ 215 °C; робочий діапазон 25…40 °C, ЗІЗ і локальна витяжка обов'язкові [7]. Літературні дані [1-8] підтверджують доцільність короткочасного відокремленого застосування DMSO за умови матеріальної сумісності та відновлення паливних властивостей.

Статус і область застосування методики. Методика очищення паливної системи демексидом (DMSO) у відокремленому контурі є авторською експериментальною розробкою колективу виконавців. У чинних сервісних регламентах виробників ПНВТ пряме застосування DMSO не передбачене; стандарти [5], [8] використовуються лише для післяпроцедурного контролю (змазувальність за ISO 12156-1, водовідділення за ISO 16332). Застосування допускається за умов матеріальної сумісності (FKM/Viton, PTFE/ETFE, сталь AISI 316L), роботи лише у відокремленому контурі та повного витіснення DMSO перед поверненням до експлуатації.

Короткочасний вплив DMSO у відокремленому контурі (5…10 хв, 25…40 °C) за умови попередньої заміни NBR/EPDM на FKM і пластикових елементів на PTFE/ETFE, з обов'язковим полярним (IPA) і вуглеводневим (дизельним пальним EN 590) витісненням та підтвердженням HFRR і ISO 16332, призводить до стійкого зниження гідравлічних пульсацій і вирівнювання подачі секцій ПНВТ. Це зменшує контактні напруження й абразивно-корозійне зно-

шування у плунжерних і кулачкових парах насоса, підвищуючи ресурс вузла, а відтак і експлуатаційний строк роботи двигуна.

Однією з проблем є розчинення полярної частки IDID, де полярність DMSO забезпечує десорбцію/розчинення оксидованих смол і солей, які блокують дроселювальні канали та зворотні клапани. Через двофазність із паливом потрібне відокремлене прокачування та повне витіснення: DMSO → IPA (полярне) → дизельне пальне EN 590 (вуглеводневе).

Ще одним питанням є трибологія й гідравліка, де після усунення полярних відкладень зменшується локальна інерційна втрата тиску і тертя зсуву у дроселях; це дає зниження амплітуди пульсацій на 10…20 % при сталих Δp і витраті та вирівнює подачу секцій до розкиду ±1,5 %. За моделлю зношування (Оцінка зношування (якісна, для інтерпретації ефекту) Модель: $V = k \times (W \times L) / H$, Позначення: V – об’єм зношування за інтервал, мм³; k – безрозмірний коефіцієнт зношування (для змащених сталевих пар орієнтовно 10^{-8}…10^{-6}); W – еквівалентне нормальне навантаження, Н; L – шлях ковзання за інтервал, м; H – твердість матеріалу, Па.) нижчі пульсації та рівномірніша подача зменшують питомі навантаження і ковзне тертя у плунжерній парі; очікуваний ефект – зниження швидкості зношування на 10…15 % у системах із вираженими IDID.

Крім того, важливим є вплив на двигун: вирівнювання паливоподачі між циліндрами зменшує нерівномірність крутного моменту і мікрокорекції упорскування; очікуване зниження варіації корекцій на 10…20 % приводить до стабілізації ХХ, пусків і невеликого поліпшення економічності (до 1…2 % у режимах часткового навантаження) за рахунок відновленого факела розпилу.

Задля підвищення ресурсу двигуна і паливної системи в цілому, а також поліпшення екологічних та економічних показників, пропонується технологічна реалізація за таким планом:

Очищення виконуємо у відокремленому контурі на матеріалах AISI 316L або скло, шлангах/вкладишах PTFE/ETFE та ущільненнях FKM/Viton (NBR/EPDM не допускаються); режим DMSO ($H_2O \leq 0{,}1$ %) 25…40 °C протягом 5…10 хв при витраті 0,3…0,6 л/хв і Δp в межах карти ПНВТ без кавітації, далі полярне витіснення IPA ≥ 1×Vконтур і вуглеводневе – дизельним пальним EN 590 3–4×Vконтур (або дренування+N2 → EN 590 5–6× без IPA); контроль якості: HFRR WSD ≤ 460 мкм, відповідність ISO 16332, відсутність залишкового DMSO (швидкий тест; за потреби GC-MS < 200 ppm), рівномірність подачі Δq секцій ≤ ±1,5 %, пульсації тиску знижені на 10…20 %; механізм дії – DMSO селективно розчиняє полярні IDID, зменшує локальні гідравлічні втрати й тертя зсуву, тому падає A_pp і вирівнюється подача, що за моделлю зношування $V = k \times (W \times L) / H$ означає менші динамічні навантаження W і менший V; очікуваний ефект – ресурс ПНВТ +10…15 % у системах із вираженими IDID (для «чистих» +3…5 %), стабілізований холостий хід/пуски, менші корекції упорскування та вібрації, опосередковано +5…10 % пробігу до наступного втручання; безпека – працювати ≤ 40 °C з локальною витяжкою та ЗІЗ, DMSO не подавати у штатний бак/магістралі, обов’язково виконувати подвійне витіснення IPA → EN 590.

Про можливості впровадження свідчить те, що можливо модернізувати промивну машину під DMSO, додавши датчики температури та витратомір.

Пропонується в експлуатації автопарків включити процедуру до сезонного регламенту (1 раз на 60…100 тис. км для техніки з ризиком IDID) із журнальним контролем HFRR та Δq секцій; доцільно виконувати промивання перед капітальним ремонтом із обов'язковою заміною гумових і пластикових елементів на стійкі до DMSO для подальшої можливості промивання в процесі експлуатації. Варто не застосовувати DMSO без заміни NBR/EPDM; уникати температур > 40 °C; обов'язково виконувати подвійне витіснення (IPA → дизельне пальне EN 590) і контроль HFRR та ISO 16332. У разі змішаних незнімних відкладень – комбінувати з ультразвуком/детергентами у межах допусків виробника ПНВТ.

Данна гіпотеза обґрунтована фізико-хімічно й трибологічно: очікується стале зниження пульсацій і вирівнювання подачі, що підвищує ресурс ПНВТ на 10…15 %. Рис. 1. (для систем із вираженими IDID) і в цілому подовжує експлуатаційний строк роботи двигуна, пропонується вести подальші дослідження.

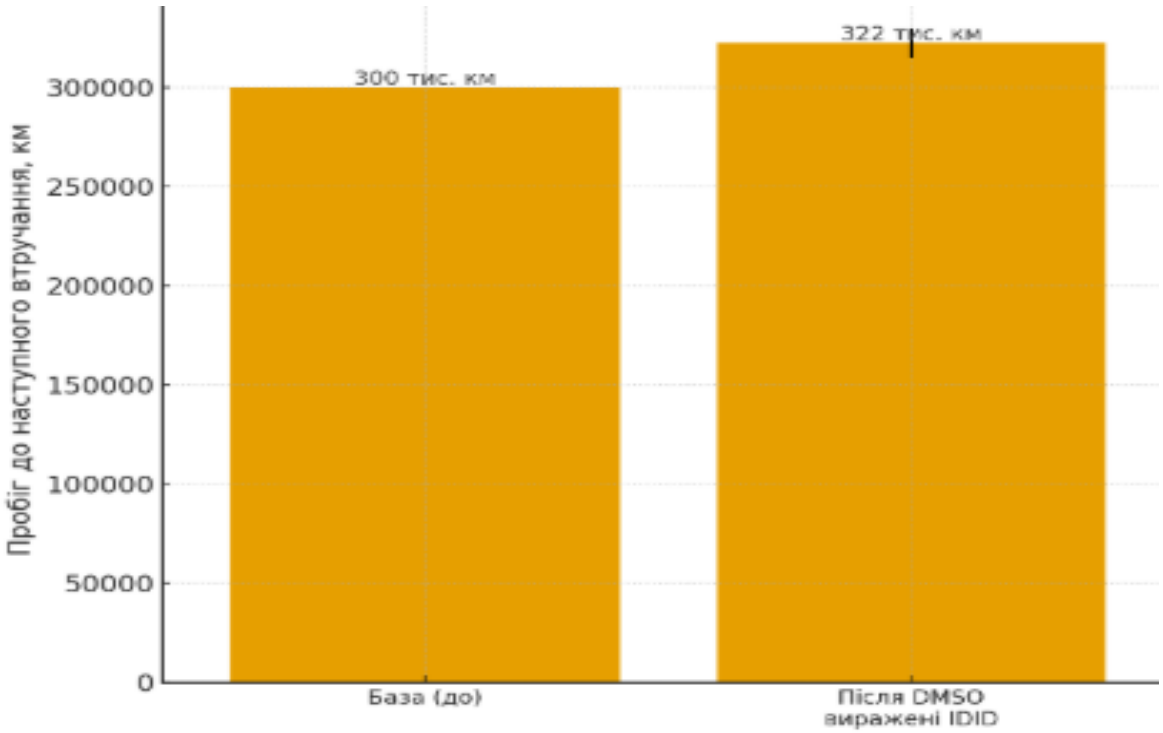


Рис. 1 Діаграма прогнозованого збільшення ресурсу двигуна

Перелік посилань

1. Barker J., Smith R., Patel A. Investigations of Diesel Injector Deposits: characterization and testing. SAE Technical Paper 2020-01-2094. Warrendale: SAE International, 2020. Доступ: Investigations of Diesel Injector Deposits – SAE 2020-01-2094. URL: https://www.sae.org/publications/technical-papers/content/2020-01-2094/

2. Innospec Ltd. Internal Injector Deposits (IDID): technical overview and practice. Технічний огляд, 2017. Доступ: Internal Injector Deposits (IDID) –

Innospec. URL: https://innospec.com/wp-content/uploads/2020/09/FS.TechPaper_2017.pdf

3. Sigma-Aldrich. Solvent Miscibility Table: DMSO vs alkanes/aromatics. Аналітична довідка. Доступ: Solvent Miscibility Table – Sigma-Aldrich. URL: https://www.sigmaaldrich.com/US/en/technical-documents/technical-article/analytical-chemistry/purification/solvent-miscibility-table

4. Bosch. Diesel distributor fuel-injection pumps (VE): service and schematics. Доступ: Bosch VE pumps – PDF. URL: https://injectionpumps.co.uk/pdf/bosch_ve_pumps.pdf

5. Marco Rubber & Plastics. Chemical Compatibility: Dimethyl Sulfoxide (DMSO) with elastomers (FKM, NBR, EPDM). Доступ: DMSO Compatibility – Marco Rubber. URL: https://www.marcorubber.com/chemical-compatibility/DIMETHYL%20SULFOXIDE

6. Fujifilm Wako Chemicals. Dimethyl Sulfoxide: Safety Data Sheet (flash point, auto-ignition). 2025. Доступ: DMSO SDS – Wako. URL: https://labchem-wako.fujifilm.com/sds/W01W0104-3397JGHEEN.pdf

7. ISO 12156-1:2023. Diesel fuel – Assessment of lubricity using HFRR. Женева: ISO, 2023. Доступ: ISO 12156-1:2023 – ISO. URL: https://www.iso.org/standard/85698.html

8. ISO 16332:2018. Diesel engines – Fuel filters – Method for evaluating fuel/water separation efficiency. Женева: ISO, 2018. Доступ: ISO 16332 – ISO. URL: https://www.iso.org/standard/44294.html

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ

Державний університет «Житомирська політехніка»

Кондратьєв Сергій Сергійович, група ЗАГК-24с
Колодницька Руслана Віталіївна, к.т.н., доцент
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Колодницька Руслана Віталіївна**

Перехід на чисті й відновлювані джерела енергії є одним із ключових напрямів глобального розвитку транспортного сектора. У зв'язку з посиленням екологічних норм, обмеженням викидів парникових газів та зростанням цін на викопне паливо, виникає необхідність у впровадженні альтернативних енергоносіїв і високоефективних енергетичних систем для автомобільного транспорту. Актуальність водневих технологій є надзвичайно високою і продовжує зростати в контексті глобального енергетичного переходу та декарбонізації економіки. Водень розглядається як ключовий універсальний енергоносій, здатний вирішити проблеми викидів у секторах, які важко електрифікувати. В автомобільному транспорті водень може використовуватися як паливо в автомобілях з паливними комірками (елементами) так і в автомобілях з ДВЗ.

Водневі паливні елементи є перспективним рішенням для важкого транспорту (вантажівки, кораблі, авіація), забезпечуючи високу щільність енергії та швидку заправку, на відміну від акумуляторних батарей.

Водень в ДВЗ може використовуватися як чисте паливо або в суміші з вуглеводневим паливом; насправді перший у світі двигун внутрішнього згоряння у 1804 році працював на суміші водню та кисню [1].

Використання водню в автомобілях з паливними комірками має ці переваги, що у порівнянні з автомобілями з ДВЗ тут немає шкідливих викидів. Автомобілі з паливними комірками викидають тільки воду. Автомобільний транспорт з ДВЗ, що працює на водні, буде викидати оксиди азоту (NOx).

В Житомирська політехніка було змодельовано фрактальні паливні комірки в програмному середовищі Solid Works, генерація яких показана на рис. 1.

Однією із актуальних проблем, яку потрібно дослідити при роботі паливних комірок на водні – це заповнення їх водою. В той же час, для ДВЗ на водні актуальна проблема – зменшення викидів оксидів азоту.

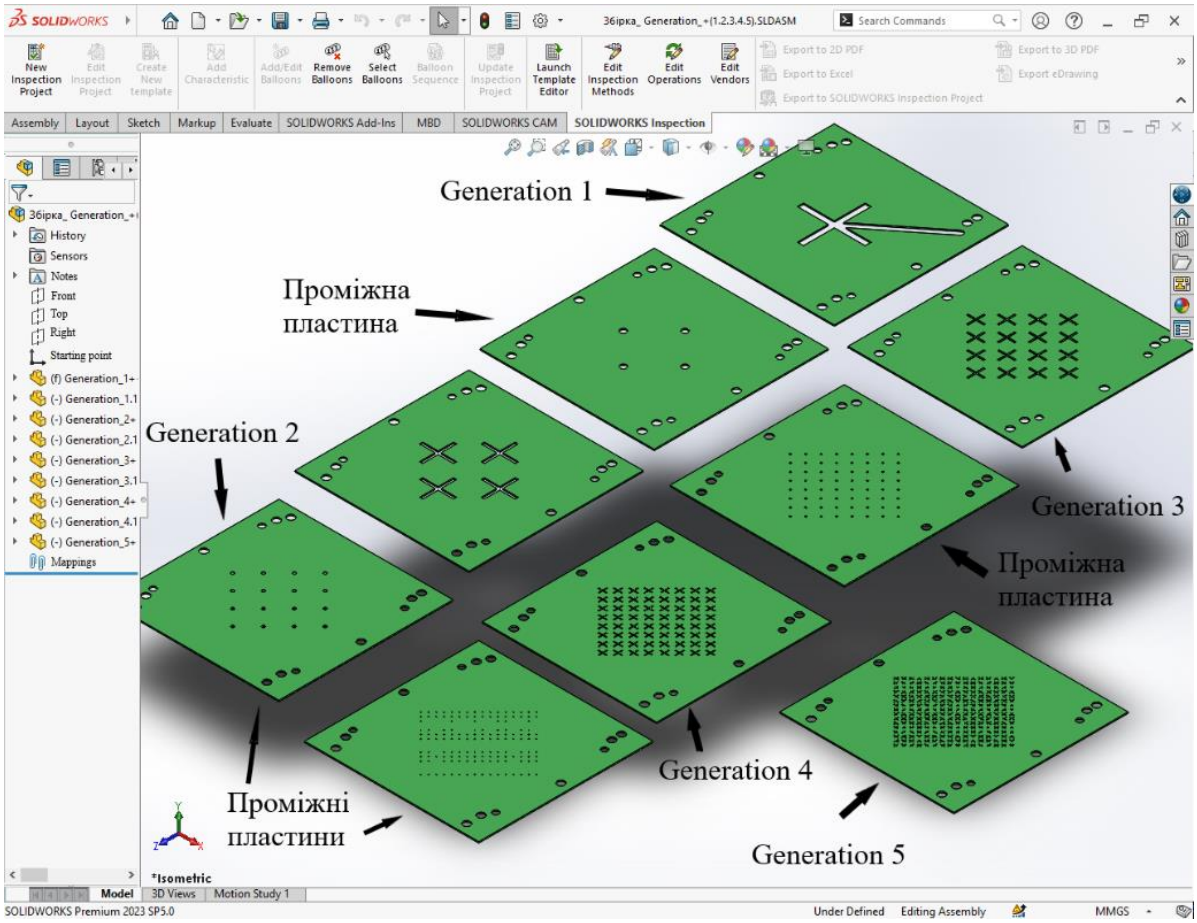


Рис. 1 Збірка п’яти генерацій (generation) фрактальних паливних комірок

Викиди оксидів азоту і вплив навантаження двигуна на них досліджувався у роботі [2]. Більшість авторів виявили, що при додаванні водню до дизельного палива, викиди NOx зменшуються при низьких навантаженнях і збільшуються при високих навантаженнях. Хоча викиди NOx від водневого ДВЗ потребують належного контролю, його використання приносить інші переваги якості чистого повітря. Водневі двигуни зменшують викиди частинок і усувають викиди летких органічних сполук із вихлопної труби або випарні втрати з паливної системи.

Перелік посилань

1. https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat05/2411071337_H2_combustion_note_proof.pdf.

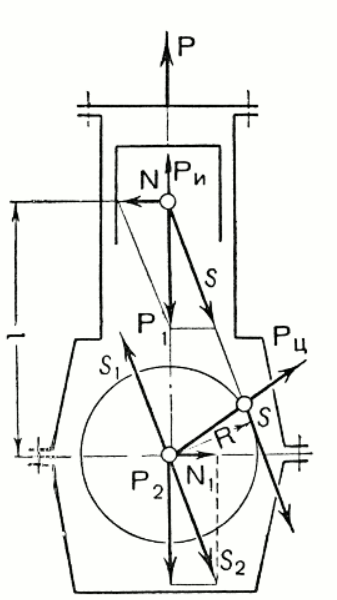
2. Wright, M.L. and Lewis, A.C.: Decarbonisation of heavy-duty diesel engines using hydrogen fuel: a review of the potential impact on NOx emissions, Environmental Science: Atmospheres, 2, 852-866, 2022. DOI: 10.1039/D2EA00029F.

ADVANCED ENGINE DESIGN FOR MODULAR CYLINDER DEACTIVATION IMPLEMENTATION

Ukrainian State University of Science and Technology Educational and Research Institute Dnipro State Academy of Civil Engineering and Architecture, Dnipro University of Technology

Kushnir Rostyslav, group AT-25м
Astafurov Ivan, group AT-25-1
Scientific supervisor: PhD in Engineering, Assoc. Prof. Kolesnikova Tetiana

Modern requirements for internal combustion engines (ICE) are focused on improving fuel efficiency and reducing harmful emissions. Traditional optimization methods, such as increasing compression ratio, optimizing valve timing phases, and applying turbocharging, have largely reached their performance limits. One of the most effective approaches to improving efficiency is cylinder deactivation under partial load conditions. However, implementation of this approach in conventional engine architectures is associated with a number of technical limitations. Therefore, the development of an engine configuration that is optimally suited for efficient modular cylinder deactivation is an urgent engineering task.



P_1 – force applied to the piston pin; P – gas pressure force acting on the piston; Pi – resultant force; S – force acting along the connecting rod axis;
N – lateral force pressing the piston against the cylinder wall;
R – crank radius; N1 – reaction (overturning) moment transmitted to engine supports through the crankcase; $P_и$ – inertia force of reciprocating masses acting along the cylinder axis; $P_ц$ – centrifugal force of rotating masses acting along the crank throw.
Fig. 1 Force diagram of the crank-slider mechanism components

Engines equipped with a crank-slider mechanism are the most widespread due to their technological maturity, reliability, and manufacturability.

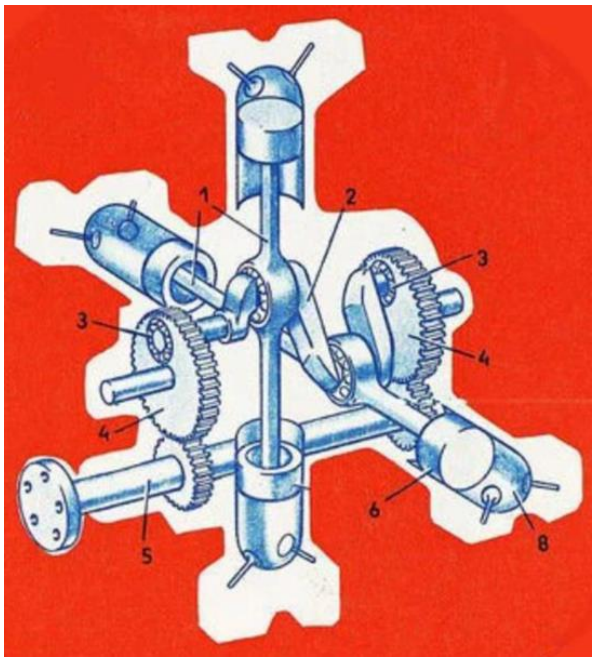
However, this configuration has several significant drawbacks:

- presence of lateral piston forces leading to increased friction and mechanical losses;
- limited potential for further efficiency improvement;
- complexity in implementing flexible cylinder deactivation strategies.

During cylinder deactivation in such engines, additional issues arise: thermal imbalance, uneven wear, oil accumulation, and deterioration of emission characteristics upon reactivation.

The lateral force N reaches its maximum during the expansion stroke when the piston is pressed against the left cylinder wall (Fig. 1), which explains the increased wear.

The main idea of a crankless engine is to minimize lateral loads on the cylinder walls and simplify the manufacturing of the piston–cylinder group (PCG) [1].



1 – piston rod; 2 – crankshaft; 3 – crank bearing; 4 – crank; 5 – power take-off shaft; 6 – piston; 7 – rod slider; 8 – cylinder

Fig. 2 Balandin engine scheme

In this design, connecting rods are replaced by piston rods rigidly connected to the pistons. The rods incorporate sliders that move along guide surfaces in the crankcase, fully unloading the piston and cylinder from lateral forces. As a result, the piston functions mainly as a carrier for piston rings ensuring sealing of the piston–cylinder interface. This allows less stringent dimensional tolerances.

Although a four-cylinder section is shown, configurations with 8, 12, and 16 cylinders are possible. Due to kinematic constraints, the angle between cylinders may take any value except 0° and 180°. This enables compact engine layouts with cross, X, or V-type configurations.

Advantages include compactness, higher efficiency (0.95 vs 0.86), and increased durability and service life.

Axial engine with swash plate mechanism

The axial engine concept is based on arranging cylinders parallel around a drive shaft. Rotation is generated by a swash plate inclined relative to the shaft axis. Cylinders act sequentially on the plate, converting reciprocating motion into rotary motion.

A similar concept is the Starostin engine, where the swash plate is perpendicular to the shaft axis and has a wave-shaped working surface.

Tribenta engine concept. The Tribenta engine is essentially an axial engine in which the swash plate is replaced by n conical gear pairs equal to the number of cylinders. Each crank-slider mechanism transmits torque to a conical gear, which then transfers it through meshing [2].

A disadvantage of this design is that it does not reduce lateral piston forces and introduces a large number of gear meshing pairs compared to other axial engine configurations.

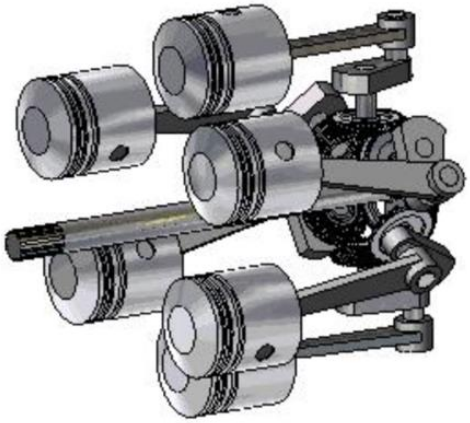


Fig. 3 Tribenta engine

Free-piston engines. Alternative engine architectures include free-piston engines, which do not use a crankshaft, and piston motion is determined solely by gas pressure (Fig. 4).

The most widely used configuration is the free-piston engine with two opposed pistons in a single cylinder. The pistons are mechanically synchronized via a linkage or rack-and-pinion system. Unlike the crank-slider mechanism, the synchronizing system carries only the differential force between pistons, which is relatively small under normal operating conditions.

One piston controls intake ports, while the other controls exhaust ports. Compressor and buffer pistons are rigidly connected to the corresponding engine pistons.

Advantages include structural simplicity, good dynamic balance, durability, and compactness.

Disadvantages include difficult starting and control, and instability under partial load conditions (the latter is largely mitigated by modern microprocessor-based control systems).

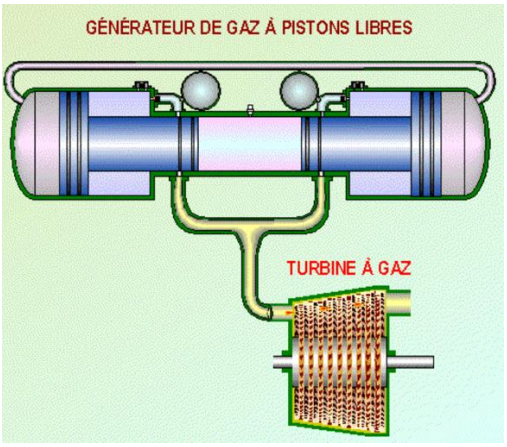
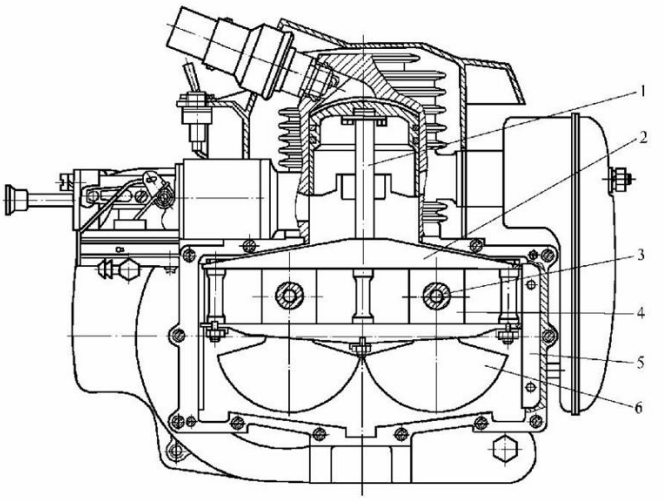


Fig. 4 Free-piston engine schematic

Crankless engine with crank–rocker mechanism

In this design (Fig. 5), piston force is transmitted to a main crankshaft and an auxiliary crankshaft via a rod and rocker mechanism connected through sliders. The crankshafts are synchronized using identical gears rigidly mounted on their shafts. A power take-off clutch and flywheel are installed on the main shaft. Counterweights provide full balancing of inertial forces and moments [3].



1 – connecting rod; 2 – link; 3 – crankshaft; 4 – slider; 5 – guide rail;
6 – counterweight

Fig. 5 Crankless engine structural scheme

This configuration allows modular engine design implementation. It features low friction losses, full dynamic balancing, and uniform operation. Since the piston moves strictly linearly, lateral forces are eliminated.

Cylinder deactivation methods

Fuel supply cutoff is the simplest method, but its effectiveness is limited due to gas exchange losses.

A more efficient method involves valve deactivation using modern engine control systems. Advantages include up to 20% fuel savings and reduced emissions. However, it increases structural complexity and causes thermal imbalance and wear in inactive cylinders.

A modular cylinder deactivation approach divides the engine into independent functional modules that can be selectively activated.

Advantages include high flexibility and maximum potential fuel savings. Disadvantages include synchronization complexity and dynamic imbalance.

Conclusions

The analysis shows that conventional crank-slider engines have limited potential for efficient modular cylinder deactivation. Modern valve deactivation systems provide improvements but introduce structural and operational drawbacks.

Modular power units offer significant potential but are difficult to implement in classical architectures due to synchronization and balancing issues.

It has been established that crankless engines with a crank–rocker mechanism eliminate most of these limitations and are structurally most suitable for modular cylinder deactivation. They provide reduced mechanical losses, improved efficiency, and flexible control of working cylinders.

Thus, crankless engines with crank–rocker mechanisms represent a promising direction for the development of modular cylinder deactivation systems and overall ICE efficiency improvement.

References

1. Kim S., Lee J.Kinematic and dynamic analysis of alternative piston mechanisms in internal combustion engines // *Mechanism and Machine Theory*. – 2021. – Vol. 156. – 104142.

2. Heywood J. B.*Internal Combustion Engine Fundamentals*. – 2nd ed. – New York: McGraw-Hill, 2018. – 960 p.

3. Kolesnikova T. N., Mischenko N., Sakno O., et al. Theoretical research of response time of the mechanism for compression ratio changing of the conrod-free engine // *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. – 2019. – 104. – P. 69–83. DOI: 10.20858/sjsutst.2019.104.7.

4. Kolesnikova T. N., Zarenbin V. G., Sakno O. P. Determination of components of non-uniformity of total torque during cylinder deactivation // *Internal Combustion Engines*. – 2021. – No. 2. – P. 38–42. DOI: 10.20998/0419-8719.2021.2.05.

5. Allen C. M., Gosala D. B., Shaver G. M., et al. Comparative study of diesel engine cylinder deactivation transition strategies // *International Journal of Engine Research*. – 2019. – 20. – P. 570–580.

ОСОБЛИВОСТІ ВИПРОБУВАНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

Національний транспортний університет

Левицький Микола Юрійович, група АБ-IV-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Разбойніков Олександр Олександрович**

Шина – це останній елемент автомобіля, що безпосередньо контактує з дорогою. Її конструкція та властивості значною мірою визначають поведінку автомобіля. Тому випробування автомобільних шин є дуже важливими.

Стендові випробування - один з невід'ємних етапів вивчення шини та визначення її властивостей. Вони дають можливість отримати точні дані, наприклад, про температуру окремо взятого ділянки шини конкретного типорозміру при певній швидкості, навантаження і тиску. Традиційні стенди призначені для динамічних випробувань пневматичних шин і забезпечує визначення в лабораторних умовах терміну служби шини, залежність його від швидкості руху динамічного радіуса шини та шляхи пройденого шиною до руйнування. Дорожні випробування цих даних не дадуть. Це не швидкий, виснажливий і монотонний, але дуже важливий процес. На випробувальних стендах перевіряється конструктивна міцність шин, якість гумових сумішей, однорідність, жорсткісні і геометричні характеристики шин і багато іншого [1].

Випробування шин на стендах проводяться для визначення геометричних параметрів (радіусів: вільного, статичного, динамічного й кочення, площі контакту з опорною поверхнею по виступах малюнка протектора, по контуру відбитка), силових параметрів (характеристик пружності й демпфірування при навантаженні, нормальною, бічною і окружною силами, характеристик бічного відведення, зчіпних властивостей, довговічності по зношуванню протектора й розшаруванню каркаса), а також характеристик, що визначають взаємодію шин з опорною поверхнею. Перед випробуваннями шини зважуються, обміряються, включаючи глибину протектора, і ретельно балансуються [2].

У багатьох країнах проводяться нормативні вимірювання витрати палива та забруднення легкових автомобілів та легких вантажівок. Однак ці випробування не визначають опір коченню, хоча внесок шини у витрату палива враховується в результатах вимірювань, просто тому, що транспортний засіб, що тестується, оснащений шинами. Щоб визначити опір коченню, виробники шин спочатку піддають шину серії лабораторних вимірювань та комп’ютерного моделювання. Вони також вимірюють витрату палива важкими вантажівками на випробувальних трасах [3].

Силові показники взаємодії колеса з опорною поверхнею визначаються на стендах як у ведучому, так і гальмовому режимах, включаючи буксування й повне ковзання. Переважними при стендових випробуваннях шин є режими кочення по зовнішніх поверхнях обертових опорних барабанів або опорних поверхонь стрічкового типу [2].

Методи та умови вимірювання опору коченню визначені в кількох стандартах ISO, і зокрема в ISO 8767 для шин легкових автомобілів та ISO 9948 для вантажних шин. Запропоновані методи вимірювання ідентичні в обох стандар-

тах – змінюються лише умови вимірювання. Шина утримується на великому випробувальному барабані за допомогою виконавчого циліндра, вирівняного з центром барабана (рис. 1). Двигун, з'єднаний з барабаном, змушує його обертатися, таким чином обертаючи шину. Опір коченню шини гальмує обертання барабана, яке потім вимірюється [3].

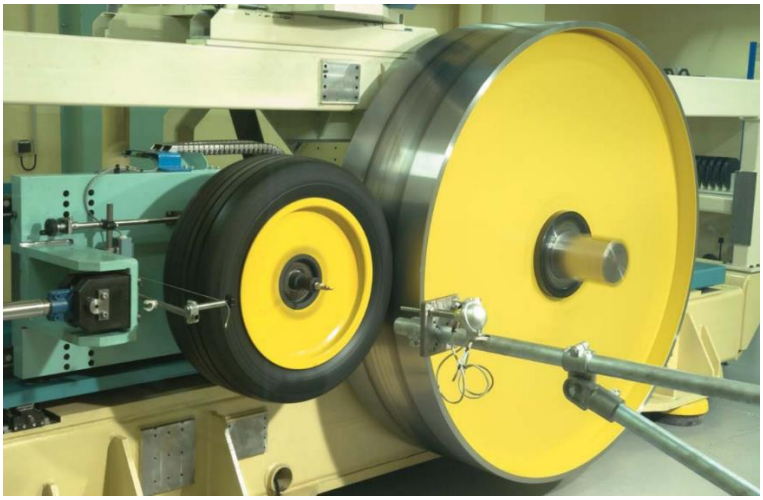


Рис. 1 Стенд для визначення опору коченню шини [3]

Система шини та випробувального барабана (рис. 1) розганяється до швидкості трохи вище 80 км/год. Потім двигун від'єднується, і системі дозволяється самостійно сповільнитися. Метод включає вимірювання уповільнення системи приблизно на 80 км/год, щоб визначити опір коченню шини [3]. Досліджуються на стендах також температурні стани, епюри тисків, знос реакцій та інші показники робочих процесів шин. Характеристики опору коченню колеса із шиною при різних вертикальних навантаженнях визначаються на спеціальних стендах з обертовим у горизонтальній площині диском [2].

Перелік посилань

1. «СТЕНДОВІ МЕТОДИ ВИПРОБУВАННЯ ШИН АВТОТРАНСПОРТУ» [Електронний ресурс]. – Харків : ХНАДУ. – Режим доступу: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/AVTOM_TRANSP/EPT3/Stariy-zamok_0.pdf

2. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни "Дослідження та випробування технічних систем" для студентів спеціальності 133 "Галузеве машинобудування" ("Колісні та гусеничні транспортні засоби"), усіх форм навчання. Частина 1. Практичні заняття № 1-4 / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : ЗНТУ, 2019. 66 с. [Електронний ресурс]. – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка». – Режим доступу: https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/11af7036-f761-495d-bae7-5a0edeb4d9a9/content

3. Michelin Tire Rolling Resistance [Електронний ресурс]. – Michelin. – Режим доступу: https://docenti.ing.unipi.it/guiggiani-m/Michelin_Tire_Rolling_Resistance.pdf.

MILD HYBRID. ДРУГА МОЛОДІСТЬ ДВЗ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лимар Костянтин Олександрович, група АТ-25-2
***Науковий керівник:* ст. викл. Корніленко Костянтин Ігорович**

Почнемо зі стандартного і очевидного. Ми всі розуміємо, що електромобілі не готові витіснити ДВЗ. Бо довга зарядка, часті відключення світла, зростаюча вартість електроенергії, – все це зводить нанівець економічні вигоди. І це було зрозуміло ще з самого початку. Історія технологій завжди повторюється, ми бачили це із залізничною дорогою у 19 ст., і з інтернетом в 90-х, і тепер бачимо з електромобілями.

Спочатку єйфорія, потім крах і лише потім золотий вік. Економістка Карлоти Перес описала це дуже точно.

Кожна технологічна революція проходить один і той же етап: прорив, інвестиції, крах пузира і широке використання. Автовиробники зрозуміли це, і почали «електрифікувати» сам ДВЗ. І знайшли золоту середину на найближчі 20-30 років, авто з mild hybrid (м'який гібрид).

У таких автомобілях є два серця. Одне – традиційне 12-вольтове, друге – нове, 48-вольтове. І саме друге відповідає за економію пального, динаміку і майбутнє авто. Перші прототипи з'явились ще у 2010, тоді інженери зрозуміли, що 12 V вже не тягне сучасні навантаження. І з'являються перші концепти 48 В у лабораторіях. А перші серійні авто у 2016-2017 роках, такі як AUDI A6, A7, A8. Ви запитаєте, чому не 24, не 36, а саме 48? Перше, наведу вам простий приклад: ми хочемо отримати 5…20 кВт для: електропомпи, електропідсилювачів та активної підвіски.

Якщо 12 В: потрібні сотні ампер, товсті кабелі, величезні втрати, нагрів.

Якщо 24 В: трохи краще, але все ще замало для електротурбіни.

Якщо 36 В: вже можна, але з запасом проблеми.

48 В самий оптимальний варіант. Струм у 4 рази менший, ніж при 12. Нормальні кабелі, мінімальні втрати.

Друге, межа електробезпеки. 48 В нижче небезпечного порогу, але максимально близько до нього.

Що це дає? Не потрібна помаранчева проводка, простіші вимоги до ізоляції, СТО може обслуговувати без HV-допусків

Третє баланс вартості, ще один неочевидний момент.

- 48 В – можна використовувати ті ж напівпровідники;
- не потрібні дорогі HV-компоненти;
- менші батареї;
- дешевші інвертори;

Якщо взяти 72 В або 96 В уже різко піднімається ціна.

І четверте. Автоіндустрія змінює напругу лише тоді, коли попереднє рішення фізично більше не працює. Автопром, десятки років сидів на 12 в, а 48 В – перший масовий апгрейд за 70+ років.

Що змінилось після виникнення mild hybrid в наших авто?

Замість звичайного стартера і генератора один агрегат - стартер-генератор. Він запускає двигун майже безшумно, допомагає під час розгону, працює як генератор при гальмуванні, живиться від 48 В. Це серце Mild Hybrid.

Рекуперація енергії. Під час гальмування кінетична енергія не втрачається, вона перетворюється в електричну, накопичується в 48-вольтовій батареї. Навіть 0,5–1 кВт•год економії дають реальний ефект.

І найсмачніше, e-Turbo.

Електротурбіна значно зменшує або практично усуває турбояму.

Електротурбіна не відмовляється від вихлопних газів, вона просто перестає від них залежати. Тому 12 В недостатньо, а 48 В – у самий раз.

Що ще працює від 48 В?

• активні стабілізатори;
• електрокомпресори;
• електропомпи;
• електропідвіска;
• електропідсилювачі;

Автомобіль стає **мехатронною системою**, а не просто механікою.

Переваги для водія: менша витрата пального (5…15 %); плавніший старт; краща динаміка; менше викидів.

І все цее без зміни стилю керування.

Переваги для інженерів: менші втрати; більша свобода проєктування; нові електричні системи; крок до повної електрифікації;

Мінуси і обмеження: дорожче виробництво; складніша електроніка; потреба у кваліфіцікованих фахівцях.

Але це перехідний етап, а не глухий кут. А також, нещодавно в наших автомобілях з’явився ШІ. І на це посприяла 48-вольтова електросистема, яка робить його повноцінно працездатним. Саме 48 V забезпечують стабільне живлення для високошвидкісних контролерів, сенсорів і електричних виконавчих механізмів, без яких алгоритми ШІ не можуть реалізувати свої рішення в реальному часі. Таким чином, 48 V стали енергетичною основою сучасного «розумного» автомобіля. Дивлячись на ці всі інновації можна з впевненістю сказати, що у ДВЗ починається друга молодість. Дивлячись на ці всі інновації, можна з впевненістю сказати, що «уход ДВЗ на пенсію» вкотре дещо відстроковується, - починається його «друга молодість».

Перелік посилань

1. Що таке м’які гібріди URL: https://www.seg-automotive.com/automotive-solutions/48v/mild-hybrid/48v/mild-hybrid-technology/

2. URL: https://elephant-odessa.com/texnologiya-nissan-mild-hybrid/

3. Історія Mild Hybrid URL: https://news.infocar.ua/sedan_audi_a6_novogo_pokoleniya_predstavlen_oficialno_119976.html

ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В ПРОЦЕСАХ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Національний транспортний університет

Мазепа Валерія Дмитрівна, група МП-4-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Шарай Світлана Михайлівна**

Реалізація засад системного підходу в процесах організації доставки вантажів рухомим складом автомобільного транспорту неможлива без застосування інформаційного забезпечення, де важливе місце займають системи управління транспортом, які визначаються як логістичні платформи для планування та оптимізації процесу перевезень та контролю витрат на його виконання. Сучасні системи управління транспортом інтегруються з системами управління ланцюгами постачання, складськими системами та цифровими платформами підприємств. Системи управління транспортом розглядаються як централізовані рішення, що підтримують управління замовленнями на надання транспортних послуг, вибір перевізників для їх виконання, формування маршрутів, моніторинг виконання рейсів і аналіз показників ефективності, та орієнтовані на автомобільні перевезення, що дозволяє враховувати їх специфіку [1].

Інформаційні системи виступають інструментом реалізації системного підходу, який поєднує операційну та аналітичну діяльність для планування та організації виконання процесів доставки вантажів.

Для системного управління доставкою вантажів важливим питанням є інтеграція системи управління транспортом із системою складського зберігання, що забезпечує узгодженість у прийнятті рішень щодо надійності доставки вантажів та прозорості логістичних процесів, формування партій вантажу та їх групування за напрямками перевезень, планування завантаженості складських приміщень і автотранспортних засобів, управління синхронною роботою автотранспортних та навантажувально-розвантажувальних засобів для скорочення непродуктивних витрат.

Системний підхід в процесах перевезення передбачає розгляд інтегрованих ланцюгів доставки вантажів різними видами транспорту, включаючи автомобільний транспорт. Для України це особливо актуально в умовах воєнних дій, коли традиційні маршрути через морські порти та частину залізничної інфраструктури зазнали суттєвих обмежень, що призвело до зростання частки автомобільного транспорту у виконанні міжнародних вантажних перевезень [2].

При виконанні автомобільних вантажних перевезень функцію оперативного моніторингу процесу доставки виконують системи GPS-моніторингу та телематичні системи, які забезпечують можливість відстеження місцезнаходження автотранспортних засобів у режимі реального часу, контроль дотримання графіків їх руху на маршрутах та аналіз технічного стану (рис. 1). Використання телематичних систем дозволяє зменшити витрати на паливо за рахунок оптимізації маршрутів доставки вантажів, скорочення непродуктивних простоїв, знизити ризики аварійних ситуацій та забезпечити дотримання графіків

руху автотранспортних засобів відповідно до нормативів робочого часу з урахуванням особливостей виконання перевізного процесу у внутрішньому та міжнародному сполученні.



Рис. 1 Принцип роботи супутникової системи відстеження автотранспортного засобу

Окрему групу засобів реалізації системного підходу в процесах вантажних автомобільних перевезень становлять організаційно-технічні рішення, до яких належать використання уніфікованих вантажних одиниць, стандартизованих засобів кріплення вантажу та єдиних процедур термінально-складських технологій, що дозволяє скоротити час простою автотранспортних та навантажувально-розвантажувальних засобів, підвищити гнучкість логістичних ланцюгів [3]. З погляду системного підходу такі рішення знижують вплив операційних ризиків на діяльність транспортних підприємств у разі зміни зовнішніх умов.

Перелік посилань

1. Lebid I., Luzhanska N., Lebid I., Mazurenko A., Halona I., Horban A., Mykhailenko I., Medvediev I., Sotnikova T. Construction of a simulation model of goods delivery in international road transportation taking into account the functioning efficiency of logistics supply chain. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 3, No. 3(123). P. 57–67. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280886. URL: https://journals.uran.ua/eejet/article/view/280886 (дата звернення: 30.03.2026).

2. World Bank. Ukraine transport and logistics system: Black Sea corridor and export flows. Washington, DC: World Bank, 2025. URL: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099061725033525342/pdf/P502442-346a4fd3-882f-46ca-95c9-ce90c0a71619.pdf (дата звернення: 30.03.2026).

3. Shramenko N., Shramenko V. Simulation Model of the Process of Delivering Small Consignments in International Traffic Through the Terminal System. In: CEUR Workshop Proceedings: The 9th International Conference "Information Control Systems & Technologies" (ICST-2020). 2020. Vol. 2711. P. 443–454. URL: https://ceur-ws.org/Vol-2711/paper34.pdf (дата звернення: 30.03.2026).

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАПЛАВЛЕННЯ, НАПИЛЕННЯ ТА 3D ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ

Хмельницький національний університет

Нагорний Назар Богданович, група ПОт-24-1
***Науковий керівник:* к.пед.н., доц. Бохонько Євген Олександрович**

Відновлення деталей двигунів внутрішнього згоряння сьогодні є пріоритетним напрямком у машинобудуванні, що дозволяє значно знизити витрати на експлуатацію техніки. Сучасні підходи базуються на впровадженні високоенергетичних методів обробки, які забезпечують не лише повернення геометричних розмірів, але й суттєве покращення експлуатаційних характеристик. Ключовою перевагою є можливість локального впливу на зношену ділянку, що зберігає цілісність та структуру всієї деталі.

Лазерне наплавлення виступає одним із найбільш точних методів. Використання концентрованого світлового пучка дозволяє створювати надзвичайно малу ванну розплаву. Це виключає ризик виникнення внутрішніх напружень та деформацій, які є критичними для колінчастих валів високонавантажених двигунів. Завдяки високій швидкості охолодження, наплавлений шар отримує дрібнозернисту структуру, що за твердістю та зносостійкістю часто перевершує матеріал оригіналу. Процес повністю автоматизований, що гарантує стабільну якість покриття по всій поверхні обробки.

У випадках, коли необхідно забезпечити максимальну твердість поверхні при мінімальному нагріві, застосовують високошвидкісне газополуменеве напилення (HVOF). Під час цього процесу частки порошку розганяються до надзвукових швидкостей. Енергія удару перетворюється на енергію зв’язку, створюючи надщільні покриття з пористістю менше половини відсотка. Це забезпечує ідеальний захист шийок валів та інших поверхонь тертя від абразивного зносу. Важливою особливістю є відсутність металургійного розплавлення основи, що дозволяє працювати з будь-якими сплавами.

Холодне газодинамічне напилення є унікальною технологією, де формування шару відбувається виключно за рахунок кінетичної енергії без термічного впливу. Це ідеальне рішення для відновлення блоків циліндрів та картерів, виготовлених з алюмінієвих сплавів. Оскільки температура процесу не перевищує кількох сотень градусів, деталь не втрачає своїх механічних властивостей і не потребує складної термічної обробки після завершення ремонту. Це дозволяє ефективно усувати тріщини, вибоїни та кавітаційні пошкодження [1].

Адитивні технології 3D-відновлення, зокрема метод DED, відкривають нову еру в ремонті складних вузлів. Пошарове нарощування металу дозволяє відновлювати втрачені частини деталей, такі як фланці, вушка кріплення або зруйновані лопатки турбін. Інтеграція цих методів у сучасне виробництво дозволяє відновити до 100 % ресурсу деталі. Такий підхід не тільки економить кошти, але й сприяє екологічній сталості, зменшуючи кількість відходів та потребу у виробництві нових металевих заготовок.

Фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час формування структури наплавленого металу, вимагають точного контролю енергетичних параметрів. При лазерному впливі спостерігається формування метастабільних структур, що позитивно впливає на втомну міцність деталі. Для напилення HVOF критичним є підготовка поверхні, яка зазвичай включає абразивно-струминну обробку для активації поверхневого шару та покращення адгезії. Впровадження систем комп'ютерного зору дозволяє автоматизувати процес дефектування та нанесення покриття з мікронною точністю [2-3].

Перелік посилань

1. Астахов В. К. Технології відновлення деталей машин: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2018. 340 с.

2. Toyserkani E., Khajepour A., Corbin S. F. Laser Cladding. Boca Raton : CRC Press, 2004. 280 p.

3. Похмурський В. І. Газотермічне напилення захисних покриттів. Львів : Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, 2015. 192 с.

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Національний транспортний університет

Нєпєіна Вероніка Андріївна, МПм-1-1
Соїна Катерина Ярославівна, МПм-1-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Шарай Світлана Михайлівна**

Важливою складовою зовнішньоекономічної діяльності України є міжнародні вантажні автомобільні перевезення, які забезпечують розвиток її зовнішньоекономічних зв'язків та інтеграцію національних ринків у світові ланцюги постачання. Можливість урахування впливу геополітичних факторів та інноваційних рішень на організацію та виконання міжнародних перевезень вантажів рухомим складом автомобільного транспорту потребує застосування системного підходу, що передбачає розгляд процесу перевезень як складної багаторівневої системи, в якій взаємодіють автотранспортні засоби, логістичні оператори, інформаційні технології, нормативно-правова база, інфраструктура тощо.

Питання системного підходу до організації міжнародних вантажних автомобільних перевезень широко висвітлюються у науковій літературі, дослідниками яких підкреслюється їх багатогранність і міждисциплінарність [1]. Попри значний науковий і практичний доробок, організація процесів доставки вантажів у міжнародному сполученні стикається із проблемами, вирішення яких дозволить підвищити їх ефективність, безпеку та конкурентоспроможність на ринку транспортних послуг. Основними перепонами у вирішенні цих питань є недостатній рівень розвитку транспортної інфраструктури; зношеність парку автотранспортних засобів; відсутність повної цифровізації документообігу при здійсненні митних формальностей; високий рівень ризиків, пов'язаних із безпекою перевезень, збереженням вантажу під час воєнних дій в Україні; зростання витрат на паливно-мастильні матеріали, логістичні послуги, що знижує рентабельність перевезень. Вирішення цих проблем можливе на основі застосування принципів системного підходу, що передбачає комплексний підхід до оптимізації взаємодії елементів транспортно-логістичної системи країни.

Виконання міжнародних вантажних перевезень пов'язане з різного роду ризиками, такими як пошкодження чи втрата вантажу в процесі транспортування, виникнення форс-мажорних обставин, особливо під час воєнних дій тощо. Управління ризиками, впровадження сучасних технологій, цифровізація процесів є рішеннями, які впливають на безпеку і надійність міжнародних перевезень [2, 3], враховуючи, що однією з умов зростання ефективності міжнародних вантажних перевезень є оптимальне співвідношенням доходів і витрат, рівень тарифів, оптимізація транспортно-логістичних процесів, використання сучасних інноваційних рішень для планування та контролю витрат. Застосування системного підходу до аналізу ризиків та пошуку методів та шляхів їх усунення дозволить підвищити ефективність виконання перевезень вантажів у міжнародному сполученні (рис. 1).

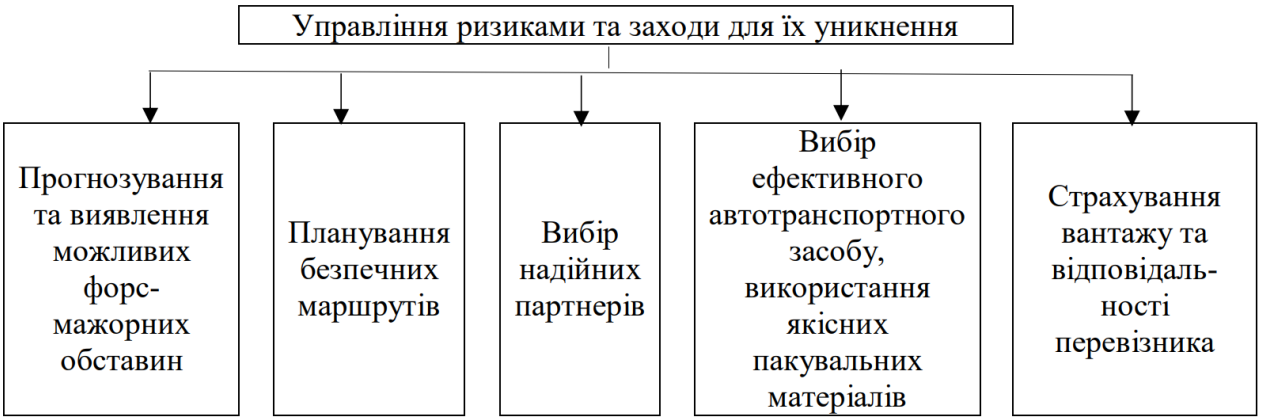


Рис. 1 Управління ризиками

Основними статтями витрат, що впливають за загальні витрати на виконання міжнарожних вантажних перевезень, є витрати на паливо та паливно-мастильні матеріали, які залежать від їх вартості, маршруту, типу автотранспортного засобу; витрати на оплату праці водія, які враховують відшкодування добових витрат на відрядження; витрати на технічне обслуговування автотранспортного засобу, його амортизацію; витрати на оформлення документального супроводу виконання перевезень. Оптимізація витрат може здійснюватись за рахунок використання сучасних інформаційних систем та технологій для планування маршрутів, консолідації вантажів, скорочення порожніх пробігів; автоматизації документообігу та цифровізації процесів планування, організації та виконання перевезень. Раціональне управління витратами та впровадження інноваційних рішень дозволяють підвищити рентабельність і конкурентоспроможність перевізників на ринку міжнародних транспортних послуг.

Системний підхід до організації та виконання процесів міжнародних вантажних автомобільних перевезень є необхідною умовою для забезпечення їх ефективності, безпеки, гнучкості та стійкості сектору транспортних послуг в умовах сучасного нестабільного середовища.

Перелік посилань

1. Uni-logistics. Основи організації міжнародних перевезень [Електронний ресурс]. URL: https://uni-logistics.com.ua (дата звернення: 30.03.2026).

2. Войтко С. В., Корогодова О. О. Логістика в організації міжнародних перевезень : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 138 с.

3. Транспортні технології та логістика : колективна монографія / заг. ред. Р.А. Хабутдінова. Івано-Франківськ : Академія технічних наук України, 2025. 208 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ (КОМБАЙН J. DEERE)

НТУ «Дніпровська політехніка»

Пінчук Карина Євгеніївна, група 275-22-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Дерюгін Олег Валентинович**

Сучасне сільське господарство переживає трансформацію завдяки впровадженню інноваційних технологій та сучасного механізованого обладнання. Сучасна сільськогосподарська техніка, включаючи трактори з GPS-навігацією, дрони, автоматизовані системи зрошення та роботизовані комбайни, відіграє ключову роль у підвищенні продуктивності та ефективності аграрного сектору. Сучасна сільськогосподарська техніка є потужним каталізатором розвитку сільського господарства, сприяючи підвищенню продуктивності, ефективності та сталості. Вона трансформує традиційні практики, дозволяючи фермерам оптимізувати ресурси та зменшувати екологічні ризики, хоча й вимагає уваги до потенційних негативних наслідків, таких як ущільнення ґрунту. Майбутнє аграрного сектору залежить від подальшого розвитку технологій, таких як автономні трактори та ШІ, які обіцяють ще більшу інтеграцію з точним землеробством. Для максимізації переваг рекомендується посилювати державну підтримку, дослідження та освіту фермерів, аби забезпечити інклюзивний розвиток галузі [1, 2]. З проведеного аналізу можна зробити висновок, що тема дослідження – є актуальною.

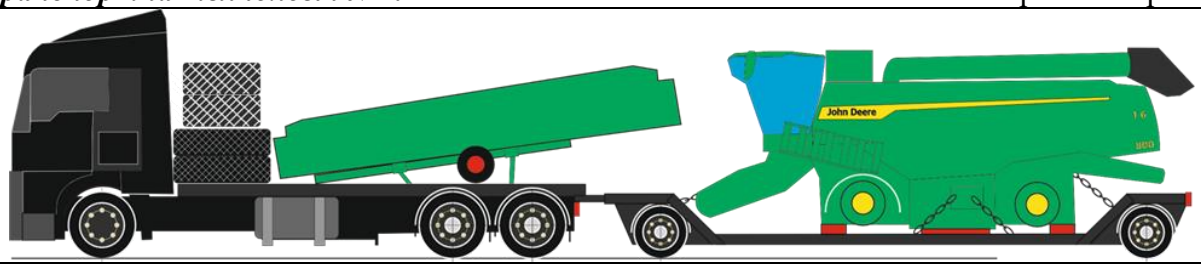
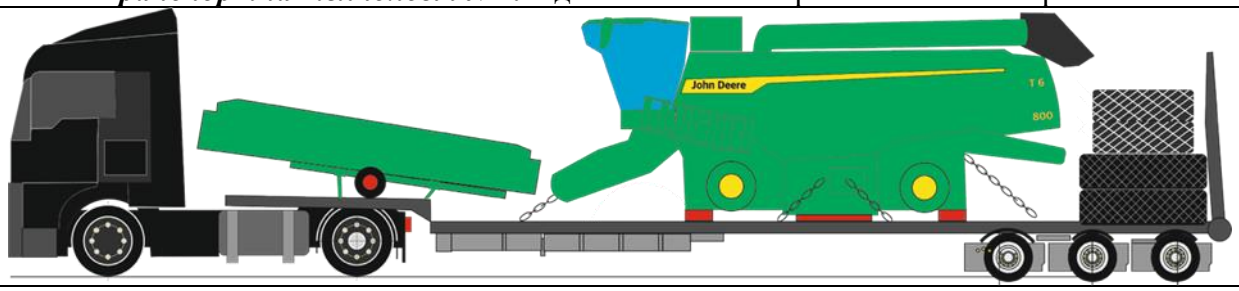
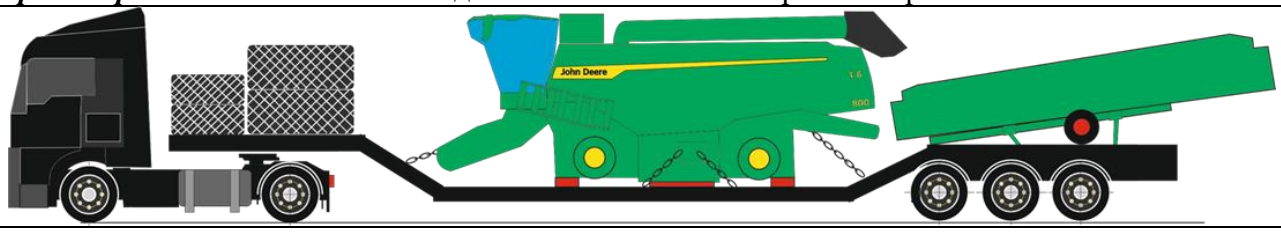
В якості вантажу, який розглядається транспортна технологія (далі – ТТ) вантажних автомобільних перевезень (далі - ВАП) сільсько-господарської техніки (далі – СГТ), комбайн J. Deere, модель T6/800.

Одне з найскладніших питань, яке пов’язано з ВАП СГТ від виробника до вантажоотримувача – є обґрунтування ефективної ТТ. Це дослідження питань, які спрямовані на обґрунтування ефективного способу транспортування відповідного типу вантажу: вибір ефективного транспортного засобу, обґрунтування ефективної системи проведення навантажувально-розвантажувальних робіт за критерієм мінімізації часу та вартості транспортних операцій. Для кожного типу вантажних автомобільних перевезень СГТ характерні особливості, які враховуються при обґрунтуванні відповідної ефективної ТТ ВАП даного типу вантажу. В табл. 1 надана стисла характеристика можливих варіантів ТТ ВАП СГТ.

Вибір ефективної ТТ ВАП СГТ для відповідних умов, що розглядається, проведемо за допомогою вирішення багатокритеріальної задачі з використанням критеріїв прийняття комплексних рішень в умовах невизначеності.

Таблиця 1

Стисла характеристика можливих варіантів ТТ ВАП СГТ

Можливі варіанти транспортних технологій вантажних автомобільних перевезень сільськогосподарської техніки - комбайн J. Deere, модель T6/800
Транспортна технологія №1: вантажний автомобіль + автономний низькорамний причіп

Транспортна технологія №2: сідельний тягач + трал з в'їзними апарелями

Транспортна технологія №3: сідельний тягач + низько рамний трал


Вибір ефективної ТТ ВАП СГТ (комбайн J. Deere, модель T6/800) для відповідних умоВ, що розглядається, проведемо за допомогою вирішення багатокритеріальної задачі з використанням критеріїв прийняття комплексних рішень в умовах невизначеності з використанням: критерія Вальда (максимінний критерій); критерія Гурвіца (критерій песимізму - оптимізму); критерія Севіджа (мінімаксних шкодувань); критерія Байеса-Лапласа. Вхідними даними для розрахунку є результати дослідження середньостатистичних показників транспортної роботи АП за відповідний проміжок часу. Результати розрахунку з вибору ефективної ТТ ВАП СГТ (комбайн J. Deere, модель T6/800) в умовах невизначеності за критеріями Лапласа, Вальда, Севіджа, Гурвіца наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку з вибору ефективної ТТ ВАП СГТ (комбайн J. Deere, модель Т6/800) в умовах невизначеності за критеріями Лапласа, Вальда, Севіджа, Гурвіца

Варіанти ТТ ВАП СГТє	Критерії				Мін значення
	Лапласа	Вальда	Сэвиджа	Гурвіца	
Варіант 1: ВА + автономний низькорамний причіп	2,1394	2,8656	1,3924	0,1602	2,1394
Варіант 2: СТ + трал з в'їзними апарелями	1,2551	1,3893	0,3893	0,0334	1,2551
Варіант 3: СТ + низько рамний трал	**1,0000**	**1,0000**	**0,0000**	**0,0000**	**1,0000**

За результатами проведеного розрахунку обираємо ТТ за 3-м варіантом: ВАП СГТ (комбайн J. Deere, модель Т6/800) у складі: сідельний тягач + низько рамний трал.

Перелік посилань

1. Солошенко, Р.М. (2023). Напрями відновлення аграрного сектору України у післявоєнний період. Право та державне управління, 2, 533-541.

2. Мамонова, Н., Бородіна, О., Браян, К. (2023). Українське сільське господарство у воєнний час: стійкість, реформи та ринки. Режим доступу: https://www.tni.org/en/article/ukrainian-agriculture-in-wartime?translation=uk.

3. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Litvinova, Y., Pustovoi D. Choosing a Technical Means From The Set of Alternatives by The Method of Gray Relational Analysis (On The Example of a Truck Trailer). "2nd International Scientific Conference INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: Ecology, Safety, Quality, Comfort 26-27 November 2024, Kyiv, Ukraine". P. 268-280. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87379-9_25.

КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, ЕКОНОМІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ВИМІРІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Прокопенко Кирило Володимирович, група 275-22-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Клименко Ірина Юріївна**

Якісний громадський транспорт є стратегічною інвестицією в капіталізацію міського середовища та добробут громади. Наразі в Україні спостерігається системна криза – «замкнене коло» деградації послуг: низька якість та нерегулярність провокують щоденний стрес пасажирів, що призводить до відтоку платоспроможного попиту до приватних автомобілів.

Проблема полягає у відсутності системного моніторингу та дефектній моделі нерегульованої конкуренції, де перевізники змагаються за «жирні» маршрути, канібалізуючи пасажиропотік замість підвищення якості. Така фрагментарність руйнує імідж муніципалітетів та підриває стабільність держави. Вихід із кризи потребує переходу до комплексної інтеграції технологічного, економічного та соціального вимірів [1].

Метою роботи є наукове обґрунтування факторів впливу на попит та розробка інтегрованої моделі оптимізації транспортних систем, що базується на принципах системної інженерії та стійкого розвитку.

Цифровізація є фундаментом логістичного управління «Розумного міста». Впровадження інтелектуальних транспортних систем (ITC), згідно зі стандартами ISO 9001:2015, дозволяє трансформувати суб’єктивне сприйняття послуги. Основний механізм тут – зниження «психологічної втоми» пасажира шляхом усунення чинника невизначеності. Коли час очікування стає прогнозованим, когнітивне навантаження на пасажира зменшується, що радикально підвищує лояльність до системи [2].

Технологічний стек та результати для системи:

1. GPS-трекінг та диспетчеризація – забезпечує дотримання графіків до 98-99% та дозволяє здійснювати оперативне управління в реальному часі.

2. Мобільні додатки з предиктивною аналітикою – трансформують «очікування» у «планування», нівелюючи стрес від невідомості.

3. Електронні табло на зупинках – надають верифіковану інформацію безпосередньо в точці контакту з послугою.

4. Системи відеоспостереження та телеметрії – дозволяють контролювати безпеку в салоні та технічний стан вузлів рухомого складу.

Стратегічний перехід від логіки «прибутку за будь-яку ціну» до парадигми «якості як суспільно важливої послуги» є критичним. Модель Public Service Obligation (PSO) передбачає, що муніципалітет купує у перевізника транспортну роботу (кілометри пробігу за графіком), що дозволяє відокремити дохід перевізника від кількості зібраної готівки (табл. 1).

Згідно з концепцією інклюзивного розвитку, система має бути адаптована під потреби маломобільних груп населення (МГН), що включає до 40 % меш-

канців (літні люди, батьки з візками, особи з травмами) [3]. Інклюзія – це не «додаткова опція», а базовий індикатор сталого розвитку.

Таблиця 1

Порівняння економічних моделей

Параметр порівняння	Комерційна модель (традиційна)	Модель PSO (європейська)
Ключова мета	Максимізація готівкового виторгу	Виконання умов контракту на якість
Покриття витрат	Лише квитки (ризик збитковості)	Квитки (30…35 %) + муніципальні субсидії
Мотивація персоналу	«План» по готівці, зарплати в конвертах	Професійна підготовка, стабільна оплата
Стан рухомого складу	Експлуатація до повної деградації	Регулярне оновлення (умова контракту)
Графік руху	Канібалізація пікових годин, відсутність рейсів ввечері	Суворе дотримання розкладу 24/7

Шляхи подолання бар’єрів:

1. Технічні – перехід на 100 % низькопідлоговий транспорт; використання систем опускання кузова (кнілінг) для стикування з бордюром.

2. Інформаційні – впровадження інклюзивних інновацій, як-от проєкт «Ways4all» для внутрішньої навігації осіб із вадами зору та звукове дублювання кожної зупинки.

3. Етичні – подолання «людського фактору» через навчання персоналу коректному поводженню з пасажирами з інвалідністю. Відсутність дискримінації – фундаментальна вимога якості.

Запропонована тріада (ITC + PSO + Інклюзія) є єдиним реалістичним шляхом модернізації транспортного сектору України, адже якісний громадський транспорт – це фундамент національної стійкості та невід’ємна частина європейського майбутнього України.

Перелік посилань

1. Кужель В. П., Іщенко А. П., Бишко М. О. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажира // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2018. – № 15 (204). – С. 274-278.

2. Сімкова Т. О., Міщенко В. О. Формування системи забезпечення якості послуг підприємств громадського транспорту // Економічний вісник Дніпровського державного технічного університету. – 2023. – № 3. – С. 168-177.

3. Васильєва Н. В., Приліпко С. М. Доступність інфраструктури громадського транспорту для маломобільних груп населення: аналіз зарубіжного досвіду // Державне управління: удосконалення та розвиток. – 2020. – № 11. DOI: 10.32702/2307-2156-2020.11.6.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАЖКОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ (СКРЕПЕР МОДЕЛІ CAT 657G)

НТУ «Дніпровська політехніка»

Руденко Данило Максимович, група 275-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Дерюгін Олег Валентинович**

Післявоєнна відбудова України постає як один із наймасштабніший інфраструктурний проєкт сучасності, що вимагає не лише відновлення зруйнованих об'єктів, а й фундаментальної модернізації будівельної галузі відповідно до принципів сталого розвитку, стандартів країн ЄС та цифрової трансформації людства. За оцінками Оновленої оцінки збитків та потреб на відновлення зруйнованої забудівлі нашої країни, станом на кінець 2025 року прямі збитки від війни перевищили 195 млрд. $, а загальні потреби на реконструкцію та відновлення протягом наступного десятиліття сягають приблизно 588 млрд. $. Найбільш постраждалими секторами залишаються житло (близько 90 млрд $), транспорт (понад 96 млрд $) та енергетика (майже 91 $), де пошкоджено або знищено значну частину житлового фонду (14 % загального обсягу), транспортної інфраструктури та енергетичних мереж. У цьому контексті сучасна будівельна техніка відіграє не допоміжну, а стратегічно визначальну роль, забезпечуючи прискорення процесів, підвищення ефективності, мінімізацію ризиків та інтеграцію принципів «відбудувати краще ніж було». Вона дозволяє перейти від фрагментарних ремонтних робіт до системного, технологічно орієнтованого підходу, що поєднує інновації Industry 4.0 з сучасними екологічними вимогами [1, 2]. З проведеного аналізу можна зробити висновок, що тема дослідження – є актуальною.

В якості вантажу, який розглядається транспортна технологія (далі – ТТ) вантажних автомобільних перевезень (далі - ВАП) важкої будівельної техніки (далі – ВБТ) - скрепер моделі CAT 657G, вага 74,5 тонн.

Одне з найскладніших питань, яке пов'язано з ВАП ВБТ від виробника до вантажоотримувача – є обґрунтування ефективної ТТ. Це дослідження питань, які спрямовані на обґрунтування ефективного способу транспортування відповідного типу вантажу: вибір ефективного транспортного засобу, обґрунтування ефективної системи проведення навантажувально-розвантажувальних робіт за критерієм мінімізації часу та вартості транспортних операцій. Для кожного типу вантажних автомобільних перевезень ВБТ характерні особливості, які враховуються при обґрунтуванні відповідної ефективної ТТ ВАП даного типу вантажу. В табл. 1 надана стисла характеристика можливих варіантів ТТ ВАП ВБТ.

Вибір ефективної ТТ ВАП ВБТ для відповідних умов, що розглядається, проведемо за допомогою вирішення багатокритеріальної задачі з використанням критеріїв прийняття комплексних рішень в умовах невизначеності.

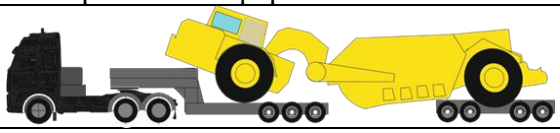
Таблиця 1

Стисла характеристика можливих варіантів ТТ ВАП ВБТ

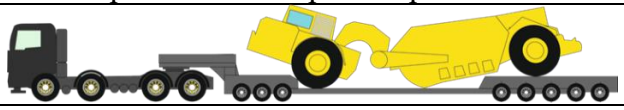
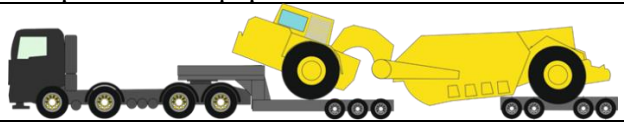
Можливі варіанти транспортних технологій вантажних автомобільних перевезень важкої будівельної техніки - скрепер моделі CAT 657G, вага 74,5 тонн
Транспортна технологія №1: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 6×4) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал

Транспортна технологія №2: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 6×4) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал з підкатним візком 2-х вісним

Транспортна технологія №3: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 6×4) + 8-ми вісний низько рамний напівпричіп-трал

Транспортна технологія №4: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 6×4) + 3-х вісна низькорамна платформа + 4-х вісний автономний візок

Транспортна технологія №5: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 8×8) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал

Транспортна технологія №6: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 8×8) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал з підкатним візком 2-х вісним

Транспортна технологія №7: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 8×8) + 8-ми вісний низько рамний напівпричіп-трал

Транспортна технологія №8: вантажний автопотяг у складі: сідельний тягач (колісна формула 8×8) + 3-х вісна низькорамна платформа + 4-х вісний автономний візок


В якості критерія оцінювання ефективної ТТ з наявних альтернатив, обираємо 3 важливих фактори, які об'єктивно впливають на цей вибір і за допомогою яких можна вирішити поставлену задачу. До них можна віднести наступні: експлуатаційний фактор (конструктивну максимальну швидкість, витрату ДП на 100 км, повну масу ВА, показники маневреності ВА); економічні фактор (тариф транспортування вантажу, фінансові витрати на ДП, загальні витрати на

виконання транспортної роботи, прибуток, собівартість транспортної роботи); фактор, який впливає на ефективність транспортування вантажу (енергоємність проведення процесу НРР вантажу, відповідність показників геометричних розмірів і ваги вантажу нормам чинного законодавства, яке регламентує даний тип ВАП, геометричні розміри напівпричепу тралу, висота навантаження). Результати розрахунку з визначення найкращої ТТ ВАП ВБТ наведено на рис. 1.

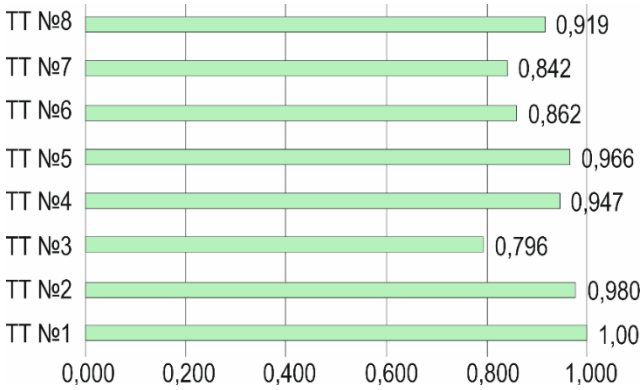


Рис. 1 Рейтингова діаграма ТТ ВАП ВБТ (скрепер моделі CAT 657G)

За результатами проведених розрахунків, можна зробити висновок, що перше місце займає транспортна технологія №1: сідельний тягач (колісна формула 6×4) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал (значення розрахованого показника коефіцієнта якості - 1,000).

Перелік посилань

1. Липач, О. (2024). Проблемні аспекти відбудови України у післявоєнний період: виклики та пріоритети для публічного управління. Теоретичні та прикладні питання державотворення, 31, 18-34. https://orcid.org/0009-0009-2934-0408.

2. Відбудова для розвитку: зарубіжний досвід та українські перспективи: міжнародна колективна монографія / за ред. В.В. Небрат. Київ: НАН України, ДУ «Ін-т екон. та прогнозу в. НАН України». 2023. 571 с. Режим доступу: http://ief.org.ua/wp-content/uploads/2023/08/ Reconstruction-for-development.

3. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Litvinova, Y., Pustovoi D. Choosing a Technical Means From The Set of Alternatives by The Method of Gray Relational Analysis (On The Example of a Truck Trailer). "2nd International Scientific Conference INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: Ecology, Safety, Quality, Comfort 26-27 November 2024, Kyiv, Ukraine". P. 268-280. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87379-9_25.

СИСТЕМА ЯКОСТІ В АВТОМОБІЛЬНОМУ СЕРВІСІ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ FIX-IT-RIGHT: ІНЖЕНЕРНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Семенів Ігор Сергійович, група АТм-25-1
***Наукові керівники:* д.т.н., проф. Абрамчук Федір Іванович**
к.т.н., доц. Крівда Віталій Валерійович

У сучасних умовах розвитку автомобільного транспорту забезпечення високого рівня якості технічного обслуговування є одним із ключових факторів ефективності функціонування сервісних підприємств. Зростання складності конструкції транспортних засобів, інтеграція електронних систем керування та підвищення вимог до безпеки обумовлюють необхідність впровадження сучасних підходів до організації сервісних процесів. У цьому контексті особливого значення набуває поєднання системи управління якістю з інженерними методами організації технічного обслуговування.

Одним із найбільш ефективних підходів до забезпечення якості в автомобільному сервісі є концепція «Fix-It-Right» (FIR), що передбачає виконання ремонту правильно з першого разу. Основною метою цієї концепції є досягнення максимального рівня задоволеності клієнтів шляхом забезпечення стабільності та ефективності процесів технічного обслуговування. Важливою складовою FIR є орієнтація на повне усунення всіх зауважень клієнта під час одного візиту, що дозволяє мінімізувати повторні звернення та підвищити довіру до сервісного підприємства.

Інженерний підхід до реалізації системи якості передбачає розгляд процесу технічного обслуговування як складної багаторівневої системи, що включає персонал, інформаційне забезпечення, обладнання та технологічні процеси. Ефективність функціонування такої системи визначається ступенем узгодженості її елементів та здатністю адаптуватися до змін умов експлуатації автомобілів. У рамках концепції FIR особлива увага приділяється оптимізації кожного етапу обслуговування, починаючи від запису клієнта на сервіс і закінчуючи післясервісним контролем якості.

Ключовим елементом системи якості є процесний підхід, що передбачає чітке структурування всіх операцій технічного обслуговування. Зокрема, виділяються такі основні етапи: попередній запис, приймання автомобіля, діагностика, виконання ремонтних робіт, контроль якості, видача автомобіля та післясервісний контакт. Кожен із цих етапів має бути стандартизований і забезпечений відповідними ресурсами. Важливо, що в рамках FIR значна увага приділяється саме етапу первинної діагностики, оскільки правильне визначення причини несправності є основою для ефективного ремонту.

Застосування інженерних методів дозволяє підвищити ефективність діагностичних процедур. Використання сучасного діагностичного обладнання, аналіз параметрів роботи електронних систем у реальному часі, а також обробка статистичних даних сприяють більш точному визначенню причин несправнос-

тей. Додатково впроваджується концепція раннього виявлення та вирішення проблем, що передбачає тісну взаємодію між сервісним центром, дистриб'ютором і виробником. Це дозволяє не лише усувати наявні несправності, але й запобігати їх виникненню в майбутньому.

Важливим аспектом є роль персоналу в забезпеченні якості обслуговування. У рамках концепції FIR ключову функцію виконує технічний координатор, який відповідає за організацію діагностичних процесів, контроль якості виконання робіт та взаємодію між різними учасниками сервісного процесу. Високий рівень кваліфікації персоналу, постійне навчання та розвиток професійних компетенцій є необхідною умовою ефективного функціонування системи якості.



Рис. 1 Програма підготовки «Технічний Координатор»

Окрему увагу слід приділити інформаційному забезпеченню процесів технічного обслуговування. Використання електронних баз даних, технічної документації та систем обміну інформацією дозволяє оперативно отримувати необхідні дані для проведення діагностики та ремонту. Це забезпечує скорочення часу виконання робіт і підвищення їх якості. Крім того, автоматизація процесів управління дозволяє здійснювати моніторинг ключових показників діяльності та своєчасно виявляти відхилення від встановлених стандартів.

Контроль якості є невід'ємною складовою системи FIR. Після виконання ремонтних робіт обов'язковим є підтвердження усунення несправності, що включає як технічну перевірку, так і отримання зворотного зв'язку від клієнта. Важливим інструментом оцінювання ефективності є використання ключових показників діяльності, зокрема рівня виконання ремонту з першого разу. Аналіз цих показників дозволяє визначити ефективність функціонування сервісного підприємства та розробити заходи щодо його вдосконалення.

Додатковим елементом системи якості є впровадження принципів безперервного вдосконалення. Використання методологій управління якістю, таких як цикл PDCA, дозволяє системно підходити до аналізу та оптимізації процесів. Це сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства, зниженню витрат та покращенню якості надання послуг.

Отже, інтеграція системи управління якістю з концепцією «Fix-It-Right» на основі інженерного підходу дозволяє забезпечити високий рівень технічного обслуговування автомобілів. Такий підхід сприяє підвищенню надійності транспортних засобів, зменшенню кількості повторних звернень, оптимізації виробничих процесів та зростанню задоволеності клієнтів. У сучасних умовах це є

важливим фактором конкурентоспроможності підприємств автомобільного сервісу.

Перелік посилань

1. Політика №12 щодо концепції Fix-It-Right. – ПІІ «Тойота-Україна», 2020"Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 181 - 189.

2. ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements.

3. Перепадя Д. Ю. Управління якістю процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів : кваліфікаційна робота ... бакалавра: 073 Менеджмент / Перепадя Денис Юрійович. – Харків : ХНАДУ, 2025. – 70 с.

4. URL: https://www.lexus.ua. (електроний ресурс, дата звернення 26.03.2026)

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ LEXUS ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Семенів Ігор Сергійович, група АТм-25-1
***Наукові керівники:* д.т.н., проф. Воронков Олександр Іванович**
к.т.н, доц. Сакно Ольга Петрівна

Сучасний автомобільний транспорт характеризується високим рівнем технологічності, що зумовлює необхідність застосування ефективних систем технічного обслуговування. Особливе місце в цьому контексті займають автомобілі преміум-класу, зокрема марки Lexus, які відзначаються високими стандартами якості, надійності та інноваційності. Разом із тим, забезпечення їх довговічності та безвідмовної роботи можливе лише за умов дотримання регламентованих процедур технічного обслуговування.

Технічне обслуговування автомобілів Lexus базується на принципах превентивності, системності та використання високотехнологічного обладнання. Основною метою є підтримання транспортного засобу у справному стані протягом усього життєвого циклу. Це досягається шляхом регулярного виконання комплексу робіт, що включає діагностику, заміну витратних матеріалів, перевірку вузлів та агрегатів, а також оновлення програмного забезпечення електронних систем.

Особливістю технічного обслуговування автомобілів Lexus є широке застосування електронних систем моніторингу технічного стану. Сучасні моделі оснащені датчиками, які в режимі реального часу передають інформацію про роботу двигуна, трансмісії, гальмівної системи та інших ключових компонентів. Це дозволяє своєчасно виявляти відхилення від нормальних режимів роботи та запобігати виникненню серйозних несправностей. Додатково застосовуються системи віддаленої діагностики, що дає можливість сервісним центрам отримувати дані про технічний стан автомобіля ще до його прибуття на станцію технічного обслуговування.

Важливим елементом є використання оригінальних запасних частин і витратних матеріалів, які відповідають технічним вимогам виробника. Застосування неоригінальних компонентів може призвести до зниження ресурсу вузлів і агрегатів, а також до порушення роботи складних електронних систем автомобіля. Таким чином, якість технічного обслуговування безпосередньо впливає на експлуатаційні характеристики транспортного засобу.

Окрему увагу слід приділити особливостям обслуговування гібридних моделей Lexus. Наявність високовольтних батарей, електродвигунів та складних систем керування потребує застосування спеціалізованого обладнання та дотримання підвищених вимог безпеки. Технічний персонал повинен проходити спеціальну підготовку для роботи з такими системами, що підвищує рівень відповідальності та складності виконуваних робіт.

Крім того, значну роль відіграє кваліфікація персоналу сервісних центрів. Обслуговування автомобілів Lexus потребує спеціалізованої підготовки, оскільки конструкція цих транспортних засобів передбачає використання складних інженерних рішень, зокрема гібридних силових установок, систем активної безпеки та інтелектуальних систем керування. Відповідно, персонал має володіти сучасними знаннями у сфері автомобільної інженерії та діагностики.

Додатковим фактором підвищення ефективності технічного обслуговування є впровадження цифрових сервісних книжок та автоматизованих систем планування ТО. Це дозволяє оптимізувати графіки обслуговування, зменшити простої автомобіля та підвищити зручність для власника. Аналіз накопичених даних дає можливість прогнозувати можливі відмови та переходити до концепції предиктивного обслуговування.

Таким чином, технічне обслуговування автомобілів Lexus є складною багатокомпонентною системою, що поєднує сучасні технології, високоякісні матеріали та професійну підготовку персоналу. Його ефективна організація дозволяє забезпечити високий рівень надійності, безпеки та економічності експлуатації транспортних засобів, а також сприяє зниженню експлуатаційних витрат у довгостроковій перспективі.

Перелік посилань

1. Мастепан С.М. Використання нейромережевих технологій в управлінні якістю процесів технічного обслуговування та ремонту автомобілів / С.М. Мастепан // Вісник ЖДТУ. – 2018. – № 2 (82). – С. 99–104.

2. Технічне обслуговування автомобілів. Електронні методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 274 Автомобільний транспорт галузі знань 27 Транспорт – Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2025. – 43 с.

3. Колесніков В. О., Єльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО // Матеріали VII-ї Міжн. наук.-техн. інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. С. 84 – 90.

4. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 181 - 189.

5. Політика №12 щодо концепції Fix-It-Right. – ПІІ «Тойота-Україна», 2020"Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. – С. 181 - 189.

6. URL: https://www.lexus.ua. (електроний ресурс, дата звернення 26.03.2026)

РИЗИКИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Відокремлений структурний підрозділ «Житомирський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного транспортного університету»

Слюсар Кароліна Олександрівна, група 4ТТ-1123
***Науковий керівник:* докт. філософ. Чуйко Сергій Петрович**

Ефективна робота транспортної галузі є одною з основних передумов сталого економічного розвитку України. Вітчизняні транспортні компанії та логістичні провайдери стали невід'ємною частиною не лише внутрішньодержавної комунікації, а все активніше беруть участь у забезпеченні зовнішньої торгівлі.

Транспортування харчових продуктів автомобільним транспортом несе значні ризики, зокрема перевищення температури (псування), перехресне забруднення та логістичні затримки. Основні небезпеки включають патогени, спричинені поганою санітарією, фізичні/хімічні пошкодження під час транспортування та неможливість дотримуватися суворих вимог холодового ланцюга для швидкопсувних товарів. Ці ризики спричиняють псування продукції, фінансові втрати та серйозні загрози безпеці харчових продуктів.

Кожний етап включає логістичне планування, моніторинг та дотримання правил безпеки для забезпечення свіжості продуктів харчування. Ефективність ланцюга поставок має вирішальне значення не лише з економічних міркувань, але й для підтримки стандартів безпеки харчових продуктів та мінімізації харчових відходів протягом усього процесу транспортування.

Своєчасне та ефективне транспортування стає домінуючим аспектом підтримки якості та безпеки харчових продуктів і задоволення споживчого попиту. Воно включає різні види транспорту, такі як вантажівки, поїзди, кораблі та літаки, залежно від таких факторів, як відстань, швидкість псування та терміновість. Сучасні технології відстеження, такі як GPS, RFID та датчики температури, впроваджуються для регулювання та управління умовами харчових продуктів під час транспортування, забезпечуючи дотримання вимог безпеки харчових продуктів [1].

Транспортування харчових продуктів включає їх переміщення від виробників до споживачів у певних пунктах призначення, що є ключовим аспектом у забезпеченні безпеки харчових продуктів у виробничій промисловості. Цей процес схильний до ризиків забруднення харчових продуктів, незважаючи на використання різних видів транспорту.

Наразі в Україні відсутня процедура допуску транспорту до перевезень швидкопсувних продуктів. Більше того, українські компанії, що везуть за кордон швидкопсувні товари, вимушені проходити відповідну перевірку транспортного засобу на відповідність вимогам Угоди за кордоном, оскільки в Україні такої можливості немає [2]. Розроблений законопроєкт [3] врегулює це питання та дозволить проходити відповідну перевірку транспорту безпосередньо в країні реєстрації вантажівки, тобто в Україні». Наразі всі міжнародні перевезення

швидкопсувних продуктів повинні виконуватись виключно ізотермічними транспортними засобами. Це одна з вимог Угоди про міжнародні перевезення швидкопсувних харчових продуктів. Тож українські компанії, що везуть такі товари за кордон, повинні перевіряти свої транспортні засоби на відповідність Угоді та отримати необхідне свідоцтво.

Конструкція транспортних засобів відіграє вирішальну роль у безпеці харчових продуктів. Хоча харчова промисловість дотримується суворих гігієнічних стандартів на виробничих об'єктах, ці стандарти часто не повністю поширюються на ланцюг транспортування харчових продуктів.

Отже, слід визначити основні ризики під час перевезення харчових продуктів. Це недотримання температурних режимів, фізичні пошкодження упаковки, забруднення транспортних засобів, затримки транспортування, відсутніх належних заходів безпеки. Недостатня підготовка водіїв та персоналу щодо правил гігієни та контролю температури призводить до збільшення можливостей для пошкодження або псування.

Вирішення проблеми та зниження ризиків транспортування харчових продуктів можна досягти шляхом додаткового навчання персоналу, посиленням санітарного контролю транспортних засобів і дотримання належних умов завантаження/розвантаження, оптимізації логістики.

Перелік посилань

1. Food safety management during food transportation. Режим доступу: https://surl.lu/rhuntu

2. Кабмін схвалив законопроєкт про перевезення швидкопсувних продуктів автомобільним транспортом. Режим доступу: https://surl.li/bmrlim

3. Проєкт Закону про внесення змін до Закону України "Про автомобільний транспорт" щодо окремих питань перевезень швидкопсувних харчових продуктів автомобільними транспортними засобами. Режим доступу: https://surl.li/vztciu

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКТИВНОЇ ТА ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Суханов Артем Сергійович, група 274-23-2
Науковий керівник: к.т.н., доц. Олішевська Валентина Євгенівна

Актуальність. Забезпечення безпеки дорожнього руху є однією з ключових проблем сучасного автомобільного транспорту. Рівень дорожньо-транспортних пригод (ДТП) залишається високим як в Україні, так і у світі. У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває впровадження інноваційних систем безпеки, які дозволяють не лише запобігати аварійним ситуаціям, але й мінімізувати їх наслідки.

Мета роботи: аналіз сучасних технологій і систем, спрямованих на зниження аварійності та мінімізацію наслідків дорожньо-транспортних пригод, а також оцінка їх ефективності для підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Основний матеріал. Сучасні автомобілі оснащуються комплексами електронних систем, що забезпечують контроль руху, стабільність та захист водія і пасажирів, пішоходів. В роботі досліджено активну та пасивну безпеку автомобіля.

Активна безпека (active safety) – властивість транспортного засобу, що знижує імовірність ДТП (попереджує його виникнення) [1-5].

Активна безпека сучасного автомобіля має складну структуру (рис. 1) [4]. Важливими інноваційними рішеннями є:

- **антиблокувальна система гальм (**англ. Anti-lock Brake System або Anti-skid system (ABS)) – система, що запобігає блокуванню коліс транспортного засобу при гальмуванні та забезпечує збереження керованості;
- **система стабілізації руху (ESP, електронна програма стабілізації) –** контролює траєкторію руху автомобіля та запобігає заносу, спрацьовує в ситуаціях, коли можлива або відбулася втрата керованості автомобілем;
- **системи контролю тяги**, які оптимізують передачу крутного моменту на колеса;
- **системи допомоги водієві** (Advanced Driver Assistance Systems, ADAS), до яких належать: адаптивний круїз-контроль; автоматичне екстрене гальмування (AEB); система утримання смуги руху (LKA/LDW); моніторинг сліпих зон.

Ці системи базуються на використанні датчиків, електронних блоків управління, радарів, камер та алгоритмів обробки даних, що дозволяє аналізувати ситуацію на дорозі, приймати відповідні рішення, значно знизити ризик ДТП [3-4].

Пасивна безпека (passive safety) – це властивість транспортного засобу, що забезпечує зменшення тяжкості наслідків ДТП [4-5]. Вона охоплює зовніш-

ню безпеку (для пішоходів) і внутрішню (для водія та пасажирів). Її дія проявляється в умовах, коли водій, попри вжиті заходи, не має можливості вплинути на рух автомобіля та уникнути аварії.



Рис. 1 Структурна схема активної безпеки автомобіля

Пасивна безпека реалізується через елементи конструкції автомобіля, системи утримання пасажирів та енергопоглинаючі елементи (рис. 2).



Рис. 2 Методи забезпечення пасивної безпеки

До елементів пасивної безпеки належать ремені безпеки, подушки безпеки, посилений каркас кузова, зони запрограмованої деформації, активні підголівники та інші механізми, які поглинають енергію удару та зменшують ризик травмування [3]. Одним з основних елементів пасивної безпеки є ремінь безпеки. Другим, за значимістю елементом пасивної безпеки, є кузов автомобіля [4-5].

Однією з ключових сучасних тенденції розвитку систем безпеки є інтеграція систем активної та пасивної безпеки в єдині інтелектуальні комплекси. Значного розвитку набувають: системи моніторингу стану водія (DMS); автономні та напівавтономні системи керування; використання штучного інтелекту для прогнозування аварійних ситуацій; взаємодія транспортних засобів між собою та з інфраструктурою.

Висновки: В результаті проведеного аналізу встановлено, що сучасні інноваційні технології суттєво підвищують рівень безпеки автомобільного транспорту. Впровадження систем активної безпеки дозволяє запобігати виникненню аварійних ситуацій, а засоби пасивної безпеки мінімізують наслідки ДТП. Найбільш перспективними напрямами є розвиток інтелектуальних систем допомоги водієві та автономного керування.

Перелік посилань

1. Положий Д. С., Орєхов О. О. Інтелектуальні системи автомобільної безпеки на основі хмарних архітектур. Системи управління, навігації та зв'язку : *збірник наукових праць*. 2023. № 4 (74). С. 91–95. DOI: 10.26906/SUNZ.2023.4.091.

2. Бердов В. В. Система активної безпеки автомобіля від аварійних ситуації : кваліфікаційна робота освітнього ступеня бакалавр : 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка. Черкаси : ЧДТУ, 2025. 83 с. URL: https://er.chdtu.edu.ua/handle/ChSTU/6520 .

3. Кашканов А. А., Грисюк О. Г., Гуменюк І. І. Безпека дорожнього руху : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2017. 90 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Kashkanov_2017_90.pdf .

4. Артюх О. М., Дударенко О. В., Сосик А. Ю., Щербина А. В. ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») усіх форм навчання. Ч. 3. Змістовий модуль

4. Автомобільні електронні системи. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 110 с. URL: https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/71207bae-ed58-4d77-b4a6-f41f9667986c/content .

5. Олішевська В. Є., Олішевський Г. С., Іванова Г. П. Металеві конструкційні матеріали для виробництва і ремонту деталей автомобілів: практика та перспективи. *Наука та прогрес транспорту*. 2025. № 3(111). С. 111–129. DOI: https://doi.org/10.15802/stp2025/341197 .

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАВДАНЬ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАЖКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ТАКТИЧНОМУ РІВНІ РУХОМИМ СКЛАДОМ УМОВНОГО ЛОГІСТИЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шевлев Даніло Андрійович, група 275-22-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Дерюгін Олег Валентинович**

Вже п’ятий рік ЗСУ мужньо боронять нашу батьківщину від ворога. Ефективність ведення бойових дій підрозділами ЗСУ базується на 3-х основних чинниках: мужність наших воїнів; використання сучасної зброї і сучасної військової техніки; ефективна логістика постачання різноманітних вантажів військового призначення. Сучасна повномасштабна війна характеризується високою динамікою бойових дій, яка забезпечується оперативною мобільністю військ та їх швидким переміщенням. Автомобільний транспорт відіграє ключову роль у забезпеченні життєздатності, проведенні мілітарних та позамілітарних операцій, а також підтримці боєздатності людського потенціалу, озброєння та військової техніки [1, 2].

В якості вантажу, який розглядається, обрано - транспортування САУ Panzerhaubitze 2000 (далі - САУ PzH 2000) вантажним автомобільним транспортом рухомого складу умовного логістичного підрозділу (далі - УЛП) ЗСУ [3].

Для аналізу можливих транспортних технологій вантажних автомобільних перевезень САУ PzH 2000 рухомим складом УЛП ЗСУ обираємо можливі варіанти транспортування відповідного типу вантажу за транспортними технологіями, які використовуються в США, країнах ЄС. Для вибору ефективної транспортної технології вантажних автомобільних перевезень САУ PzH 2000, розглянемо 9 можливих варіантів транспортування важкої військової техніки вантажним автомобільним транспортом. В таблиці 1 надана стисла характеристика можливих варіантів транспортних технологій транспортування важкої військової техніки.

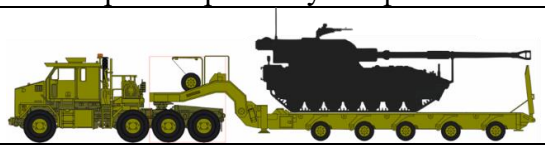
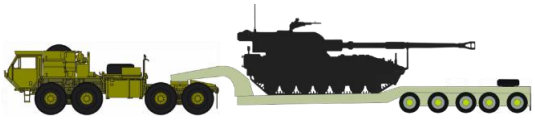
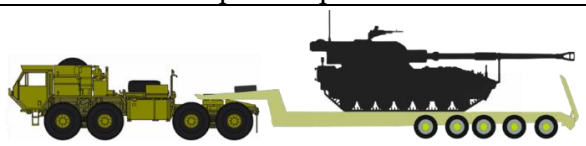
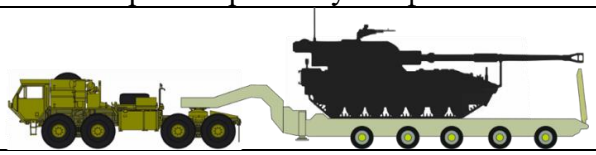
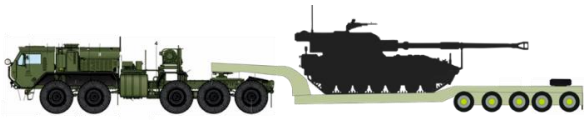
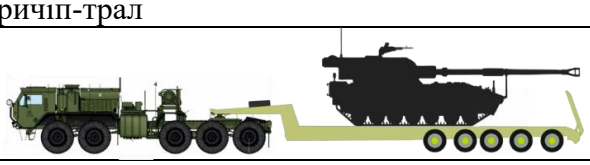
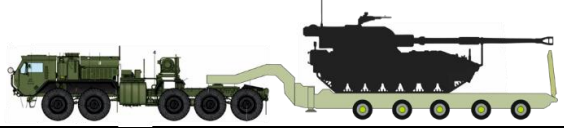
Для визначення найбільш ефективної транспортної технології проведемо дослідження прийняття ефективного комплексного рішення з наявних альтернатив методами системного аналізу - метод сірого реляційного аналізу (Gray Relational Analysis, далі - метод GRA) і метод аналізу ієрархій (далі - метод MAI) [4].

В якості критерія оцінювання ефективної транспортної технології з наявних альтернатив, обираємо 3 важливих фактори, які об’єктивно впливають на цей вибір і за допомогою яких можна вирішити поставлену задачу. До них можна віднести наступні: експлуатаційний фактор (конструктивну максимальну швидкість, витрату ДП на 100 км, повну масу ВА, показники маневреності ВА); економічні фактор (тариф транспортування вантажу, фінансові витрати на ДП, загальні витрати на виконання транспортної роботи, прибуток, собівартість транспортної роботи); фактор, який впливає на ефективність транспортування

вантажу (енергоємність проведення процесу НРР вантажу, відповідність показників геометричних розмірів і ваги вантажу нормам чинного законодавства, яке регламентує даний тип ВАП, геометричні розміри напівпричепу тралу, висота навантаження).

Таблиця 1

Стисла характеристика можливих варіантів транспортних технологій важкої військової техніки вантажним автомобільним транспортом

Можливі варіанти транспортних технологій важкої військової техніки вантажним автомобільним транспортом	
Транспортна технологія №1: ВА у складі: СТ (колісна формула 8×4) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал	Транспортна технологія №2: ВА у складі: СТ (колісна формула 8×4) + 5-ти вісний напівпричіп-трал
	
Транспортна технологія №3: ВА у складі: СТ (колісна формула 8×4) + 5-ти вісний напівпричіп-трал типу «лафет»	Транспортна технологія №4: ВА у складі: СТ (колісна формула 8×8) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал
	
Транспортна технологія №5: ВА у складі: СТ (колісна формула 8×8) + 5-ти вісний напівпричіп-трал	Транспортна технологія №6: ВА у складі: СТ (колісна формула 8×8) + 5-ти вісний напівпричіп-трал типу «лафет»
	
Транспортна технологія №7: ВА у складі: СТ (колісна формула 10×10) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал	Транспортна технологія №8: ВА у складі: СТ (колісна формула 10×10) + 5-ти вісний напівпричіп-трал
	
Транспортна технологія №9: ВА у складі: СТ (колісна формула 10×10) + 5-ти вісний напівпричіп-трал типу «лафет»	
	

На рис. 1 наведена рейтингова діаграма транспортних технологій вантажних автомобільних перевезень важкої військової техніки САУ PzH 2000 рухомим складом умовного логістичного підрозділу.

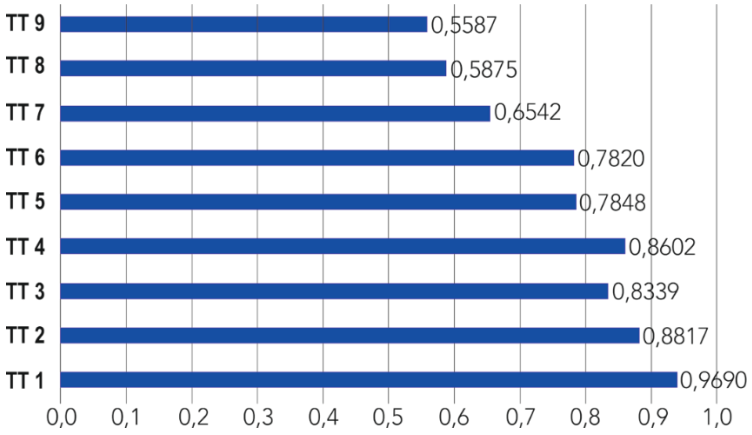


Рис. 1 Рейтингова діаграма транспортних технологій вантажних автомобільних перевезень важкої військової техніки САУ PzH 2000

За результатами проведеного розрахунку обираємо транспортну технологію за 1-им варіантом у складі: важкий СТ (колісна формула 8×4) + 5-ти вісний низько рамний напівпричіп-трал (значення розрахованої величини індексу – 0,876). Мах швидкість - 90 км/год. Витрата ДП - 30 л/100 км.

Перелік посилань

1. Кучерук, О.О., Поляков, А.П. Призначення та види військових автомобільних перевезень. Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. Електрон. текст. дані. – 2020. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2020/paper/view/9727.

2. Гудімов, В.В., Максименков, Є.А. (2022). Транспортно-логістичне забезпечення Збройних Сил України, інших військових формувань під час бойових дій. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 24, 33-39. DOI: 10.15802/tstt2022/272057.

3. Тактична характеристика САУ PzH 2000. Українська Вікіпедія. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/PzH_2000.

4. Tsopa, V., Cheberyachko, S., Deryugin, O., Litvinova, Y., Pustovoi D. Choosing a Technical Means From The Set of Alternatives by The Method of Gray Relational Analysis (On The Example of a Truck Trailer). "2nd International Scientific Conference INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: Ecology, Safety, Quality, Comfort 26-27 November 2024, Kyiv, Ukraine". P. 268-280. https://doi.org/10.1007/978-3-031-87379-9_25.

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ EGR У СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛЯХ

Хмельницький національний університет

Яворський Максим Сергійович, група ПОт-24-1
***Науковий керівник:* к.пед.н., доц. Бохонько Євген Олександрович**

Сучасний автомобіль є складною технічною системою, функціонування якої пов'язане не лише з потужністю, економічністю та надійністю двигуна, а й з відповідністю екологічним вимогам. Одним із важливих напрямів удосконалення двигунів внутрішнього згоряння є зменшення токсичності відпрацьованих газів, зокрема викидів оксидів азоту. У цьому контексті значну роль відіграє система рециркуляції відпрацьованих газів EGR – Exhaust Gas Recirculation, яка використовується в бензинових і дизельних двигунах сучасних автомобілів.

У процесі згоряння паливно-повітряної суміші в циліндрах двигуна утворюються різні шкідливі компоненти: оксиди азоту, чадний газ, вуглеводні, тверді частинки. Оксиди азоту є особливо небезпечними, оскільки формуються за високих температур у камері згоряння та негативно впливають на атмосферне повітря і здоров'я людини [1-2]. Саме тому конструкція сучасних двигунів передбачає застосування технічних систем, які знижують температуру згоряння та обмежують інтенсивність утворення NO_x.

Принцип роботи системи EGR полягає у поверненні частини відпрацьованих газів із випускної системи назад у впускний тракт двигуна. Відпрацьовані гази містять меншу кількість кисню, тому їх повторне введення до циліндрів знижує концентрацію кисню в паливно-повітряній суміші та зменшує пікову температуру згоряння. У результаті цього пригнічується процес утворення оксидів азоту, що сприяє зниженню токсичності вихлопу [2-3].

Основними елементами системи EGR є клапан рециркуляції, канали подачі відпрацьованих газів, охолоджувач EGR, датчики температури й тиску, а також електронний блок керування двигуном. Клапан EGR регулює кількість газів, що повертаються у впускний колектор. У сучасних автомобілях переважно застосовуються електронно керовані клапани, які дають змогу точніше дозувати рециркуляцію залежно від навантаження двигуна, частоти обертання колінчастого вала, температурного режиму та інших параметрів.

Важливим конструктивним елементом є охолоджувач EGR. Його призначення полягає у зниженні температури відпрацьованих газів перед їх повторним надходженням у двигун. Охолоджені гази ефективніше зменшують температуру згоряння, що підвищує результативність системи у зниженні викидів оксидів азоту. У дизельних двигунах система EGR часто поєднується з іншими екологічними засобами, зокрема сажовими фільтрами DPF та системами селективного каталітичного відновлення SCR.

Робота системи EGR залежить від режиму експлуатації автомобіля. На холостому ходу та за повного навантаження клапан EGR зазвичай закритий або працює з мінімальною інтенсивністю, оскільки надмірна кількість відпрацьованих газів може погіршити стабільність згоряння. Найактивніше система вико-

ристовується в режимах часткового та середнього навантаження, коли існують умови для ефективного зниження NOx без істотного погіршення роботи двигуна [1], [3].

Перевагою системи EGR є її здатність зменшувати викиди оксидів азоту без повної зміни конструкції двигуна. Це дає змогу автомобілям відповідати екологічним стандартам Euro 5 та Euro 6, які встановлюють вимоги до граничних рівнів шкідливих викидів легкових і комерційних транспортних засобів [4]. Водночас ефективність EGR залежить від справності її компонентів, якості палива, умов експлуатації та своєчасного технічного обслуговування.

Разом із перевагами система EGR має певні експлуатаційні недоліки. Найпоширенішою проблемою є утворення нагару на клапані, у впускному колекторі та каналах рециркуляції. Це пов’язано з наявністю сажі й продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах. Забруднення системи може призвести до заклинювання клапана, зменшення його пропускної здатності, нестабільної роботи двигуна на холостому ходу, втрати потужності, підвищення витрати палива та появи індикатора Check Engine.

Технічне обслуговування системи EGR передбачає комп’ютерну діагностику, перевірку кодів несправностей, контроль роботи клапана, огляд каналів рециркуляції та оцінювання стану охолоджувача. У разі забруднення здійснюють очищення клапана і каналів спеціальними засобами або механічним способом. Якщо елемент втратив працездатність, його необхідно замінити. Ігнорування несправностей EGR може негативно вплинути не лише на екологічні показники автомобіля, а й на загальну роботу двигуна.

Отже, система рециркуляції відпрацьованих газів є важливим елементом сучасного автомобіля, спрямованим на зменшення токсичності вихлопу та забезпечення відповідності екологічним нормам. Її застосування дає змогу знизити утворення оксидів азоту шляхом зменшення температури згоряння в циліндрах двигуна. Водночас ефективність системи EGR значною мірою залежить від технічного стану її компонентів, регулярної діагностики та своєчасного обслуговування.

Перелік посилань

1. Bosch Automotive Handbook / Robert Bosch GmbH. 10th ed. Hoboken : Wiley, 2018. 1776 p.

2. Heywood J. B. Internal Combustion Engine Fundamentals. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018. 1056 p.

3. Stone R. Introduction to Internal Combustion Engines. 4th ed. London : Palgrave Macmillan, 2012. 516 p.

4. Regulation (EC) No 715/2007 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2007 on type approval of motor vehicles with respect to emissions from light passenger and commercial vehicles Euro 5 and Euro 6 and on access to vehicle repair and maintenance information. Official Journal of the European Union. 2007. L 171. P. 1–16. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2007/715/oj/eng (дата звернення: 04.05.2026).

ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ОФОРМЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД НЕРУХОМИМ МАЙНОМ НА ТЕРИТОРІЇ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ТИМЧАСОВО ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Величко Віктор Андрійович, група 193-22-1 ФАБЗУ
***Науковий керівник:* ., к.т.н., доц. Янкін Олександр Євгенович**

Сучасні реалії воєнного стану диктують необхідність запровадження змін у земельному законодавстві. Особливо гостро постає питання щодо оформлення земельних ділянок під нерухомим майном на території бойових дій та тимчасово окупованих територіях. Процес трансформації земельного законодавства не припиняється з 2014 року до нинішнього часу. Він відображає врахування інтересів громадян України щодо збереження прав на земельні ділянки та об'єкти нерухомого майна. Прийняті у 2014 року положення Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» [1] встановлюють, що права не припиняють свою силу через те, що об'єкти права знаходяться на окупованій території. Ця норма поширюється на фізичних та юридичних осіб, які мають відповідні права на земельні ділянки в межах українського законодавства. У положеннях [1] вказано, що початком окупації українських земель вважається 19 лютого 2014 року.

У травні 2022 року, після повномасштабного вторгнення Російської Федерації Кабінетом Міністрів України були затверджені «Деякі питання ведення та функціонування Державного земельного кадастру в умовах воєнного стану» [2]. Незважаючи на запровадження військового стану, Державний земельний кадастр продовжив своє функціонування з певними обмеженнями. Зміни торкнулися порядку користування відомостями Державного земельного кадастру. Насамперед, згідно із нормами [2], доступ до Публічної кадастрової карти можливий тільки для користувачів, які отримали дозвіл від Державної служби з питань геодезії, картографії та кадастру. Обмеження також торкнулися державної реєстрації земельних ділянок. Державні кадастрові реєстратори можуть реєструвати земельні ділянки та вносити зміни в Державний земельний кадастр у межах адміністративно-територіальних одиниць, що не належать до територій активних бойових дій (крім територій активних бойових дій, на яких функціонують державні електронні інформаційні ресурси) або тимчасово окупованих Російською Федерацією територій. Ці території визначаються відповідно до «Переліку територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих Російською Федерацією» [3], затвердженого наказом Міністерства розвитку громад та територій України. Слід відзначити, що положення [3] оновлюються згідно із перебігом воєнних дій.

Сучасні зміни у земельному законодавстві станом на 2025 року викладені у Законі України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо захисту прав на землю власників об'єктів нерухомого майна, зруйнованих внаслідок бойових дій» [4] та у Законі України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо використання земельних ділянок для розбудо-

ви цифрової інфраструктури» [5], завдяки чому внесено зміни до перехідних положень Земельного кодексу України [6] стосовно можливості формування деяких земельних ділянок. У пункті 27 [6] зазначено, що під житловими будинками, на територіях, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих Російською Федерацією можна сформувати земельну ділянку за технічною документацією із землеустрою щодо інвентаризації земель. Замовником документації є власник житлового будинку. Слід відзначити, що земельні ділянки під багатоповерховими будинками не можуть бути оформлені за цією процедурою. Технічна документація із землеустрою щодо інвентаризації землі виконується сертифікованим інженером-землевпорядником і має необхідний склад документів, що визначений у статті 57 Закону України «Про землеустрій» [7]. Але береться до уваги неможливість виконання топографо-геодезичних робіт безпосередньо на місцевості для земельних ділянок на окупованих територіях та у зоні бойових дій. Координати точок кутів поворотів меж земельної ділянки визначаються за допомогою містобудівної документації або інших картографічних даних. Проведення топографо-геодезичних робіт для уточнення меж земельної ділянки пропонується виконати протягом року після припинення або скасування воєнного стану на території України. Окремо зазначимо, що технічна документація виготовляється без отримання дозволу розпорядника землі та затверджується тільки замовником документації. Відповідно до [6] передбачається державна реєстрація земельних ділянок.

Для аналізу фактичної ситуації із реєстрацією земельних ділянок на окупованих територій взято інформацію з офіційного сайту Держгеокадастру (https://land.gov.ua/), яка представлена на рис. 1.



Рис. 1 Відомості про зареєстровані земельні ділянки за регіонами

Ці відомості відображають, що на окупованих територіях, таких як АР Крим та Луганська область, не було виконано жодної державної реєстрації земельної ділянки.

Таким чином, проблематика оформлення земельних ділянок на території бойових дій та на тимчасово окупованих територіях продовжує своє існування. Для можливості здійснення державної реєстрації земельних ділянок на таких територіях потрібно налагодити функціонування Державного земельного кадастру. Також вважається доцільним розширити правове підґрунтя щодо оформлення земельних ділянок під іншими об’єктами нерухомого майна.

Перелік посилань

1. Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України: Закон України від 15.04.2014 № 1207-VII. Дата оновлення: 19.05.2024. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1207-18 (дата звернення 13.04.2026)

2. Деякі питання ведення та функціонування Державного земельного кадастру в умовах воєнного стану: Постанова Кабінету Міністрів України від 07.05.2022 № 564. Дата оновлення: 18.12.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/564-2022-%D0%BF (дата звернення 13.04.2026)

3. Перелік територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих Російською Федерацією: Наказ Міністерства розвитку громад та територій України від 28.02.2025 № 376. Дата оновлення: 07.04.2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0380-25 (дата звернення: 14.04.2026)

4. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо захисту прав на землю власників об’єктів нерухомого майна, зруйнованих внаслідок бойових дій: Закон України від 08.10.2025 № 4625-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4625-20 (дата звернення 14.04.2026)

5. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо використання земельних ділянок для розбудови цифрової інфраструктури: Закон України від 25.03.2025 № 4321-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4321-20 (дата звернення 14.04.2026)

6. Земельний кодекс України: Кодекс України від 25.10.2001 р. №2768-III. Дата оновлення: 15.02.2026. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14 (дата звернення: 14.04.2026)

7. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 р. №858-IV. Дата оновлення: 08.08.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15#Text (дата звернення: 14.04.2026)

ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ПІД ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ОНОВЛЕНОГО ЗАКОНОДАВСТВА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Говорун Дар'я Михайлівна, група ГЗм-25-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Трегуб Юлія Євгенівна**

У сучасних умовах питання енергетичної незалежності України набуло стратегічного значення, що зумовлює масштабний розвиток відновлюваних джерел енергії. Будівництво сонячних та вітрових електростанцій вимагає оперативного відведення земельних ділянок, проте швидкість реалізації таких проєктів безпосередньо залежить від ефективності процедур зміни їхнього цільового призначення. Традиційні механізми часто виявлялися надто тривалими та надмірно бюрократизованими, що роками стримувало критично важливі інвестиції в енергетичну інфраструктуру країни.

Однією з найбільш гострих перешкод у цьому процесі залишається невідповідність даних Державного земельного кадастру реальному стану справ на місцевості. Найпоширенішою проблемою є накладання меж суміжних ділянок або суттєві помилки в координатах поворотних точок, що робить неможливим подальшу розробку будь-якої проєктної документації. Раніше необхідність розроблення повноцінного проєкту землеустрою та виправлення таких неточностей займала від шести до дванадцяти місяців, що в умовах воєнного стану є абсолютно неприпустимим часовим ресурсом.

Практичним прикладом успішного подолання таких викликів є реалізація сонячної електростанції у Дашівській територіальній громаді на Вінниччині. Під час інвентаризації земель комунальної власності площею 49,0576 га було виявлено критичну потребу в уточненні координат меж ділянки. Завдяки використанню сучасних двочастотних GPS-приймачів та спеціалізованої автоматизованої системи фахівці провели точні контрольні заміри, обчисливши координати в державних системах УСК-2000 та СК-63. Така точність є фундаментальною, адже будь-яка похибка понад встановлену норму могла призвести до тривалих судових спорів із суміжними власниками та відмови у реєстрації змін у кадастрі.

Ключовим інструментом для швидкого просування проєкту стало отримання мотивованого висновку архітектора через Єдину державну електронну систему у сфері будівництва. Головний архітектор району підтвердив можливість розміщення об'єкта енергетики на земельній ділянці, що раніше належала до земель промисловості, фактично змінивши її функціональне призначення. Це стало можливим завдяки революційним змінам у законодавстві, [1], який дозволив змінювати цільове призначення земель під енергооб'єкти за межами населених пунктів без розроблення складного проєкту землеустрою.

Запровадження такої спрощеної процедури, де замість багатомісячних погоджень документації використовується мотивований висновок уповноваже-

ного органу, кардинально змінює правила гри на ринку. Для енергетичних компаній це означає суттєве зменшення бюрократичного тиску та можливість швидкого переходу від стадії планування до безпосередніх будівельних робіт. У підсумку цифровізація процесів та виправлення технічних помилок у кадастрі дозволяють забезпечити юридичну чистоту проєктів та значно прискорити розбудову енергетичної інфраструктури.

Підбиваючи підсумки, можна стверджувати, що практична реалізація оновлених норм законодавства на прикладі Дашівської територіальної громади демонструє реальну можливість мінімізації бюрократичних перешкод у сфері енергетики. Поєднання професійної інвентаризації земель із виправленням координатних помилок та використання спрощеної процедури зміни цільового призначення через мотивований висновок архітектора дозволяє не лише уникнути конфліктів щодо меж ділянок на ранніх етапах, а й забезпечити повну юридичну чистоту процесу. Завдяки впровадженню цифрових інструментів та відмові від розроблення трудомістких проєктів землеустрою, терміни підготовки документації скорочуються в рази, що є критично важливим для залучення інвестицій та швидкої розбудови енергетичної інфраструктури. Таким чином, нові законодавчі правила перетворюють колись складний і тривалий процес на прозорий цифровий алгоритм, який безпосередньо сприяє зміцненню енергетичної незалежності та національної безпеки держави.

Перелік посилань

1. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо спрощення порядку зміни цільового призначення земельних ділянок для залучення інвестицій з метою швидкої відбудови України: Закон України від 06.02.2024 № 3563-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3563-20#Text (дата звернення 10.04.2026).

ОСОБЛИВОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ СЕРВІТУТІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ КОМЕРЦІЙНОЇ ЗАБУДОВИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Каліненко Софія Сергіївна, група ГЗм-25-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Трегуб Юлія Євгенівна**

Право користування чужим майном в Україні регламентується Цивільним кодексом України [1], безпосередньо главою 42 [1]. Земельний сервітут у комерційному будівництві — це не просто обмеження, а стратегічний актив. Згідно Земельного кодексу України [2], ст. 98 [2] «Право земельного сервітуту – це право власника або землекористувача земельної ділянки чи іншої заінтересованої особи на обмежене платне або безоплатне користування чужою земельною ділянкою (ділянками)». Його правильне оформлення на стадії проєктування дозволяє уникнути конфліктів із сусідами та гарантує безперебійну роботу комерційного об’єкта в майбутньому. Реалізація проєктів комерційного призначення (код 03.07 — для будівництва та обслуговування будівель торгівлі, згідно Наказу Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель [3]) вимагає чіткого балансу між планованою забудовою та наявними природоохоронними й інженерними обмеженнями. Наприклад, встановлення сервітутів для під’їзду в так званих зонах зашумлення потребує складних погоджень з Укравтодором. Динамічний розвиток комерційної нерухомості (торговельних центрів, логістичних хабів, офісних комплексів) часто стикається з дефіцитом вільного простору та складністю інженерних мереж. В умовах щільної забудови встановлення сервітуту стає єдиним правовим інструментом для забезпечення доступу до об’єкта, підключення комунікацій або дотримання пожежних норм без зміни власника суміжних ділянок. Ефективне використання сервітутів мінімізує ризики блокування будівництва та оптимізує витрати девелопера. В комерційному секторі сервітут встановлюється переважно на підставі договору між забудовником (сервітуарієм) та власником сусідньої ділянки. За відсутності згоди право встановлюється в судовому порядку, де ключовим є доведення «неможливості задовольнити потреби забудовника в інший спосіб».

На відміну від побутових сервітутів, у комерційних проєктах плата за користування чужою ділянкою є обов’язковою умовою. Відповідно до частини 4 статті 101 [2] та частини 3 статті 403 [1], власник або користувач земельної ділянки, щодо якої встановлений земельний сервітут, має право вимагати від осіб, в інтересах яких він встановлений, плату за його встановлення, якщо інше не передбачено законом. Плата має враховувати збитки власника від обмеження його прав (наприклад, неможливість звести власну споруду на зоні прокладання мереж).

Найпоширенішими є сервітути на:

– прокладання та експлуатацію лінійних об’єктів (електрика, газ, водопровід);

– організацію під'їзних шляхів та розворотних майданчиків для великогабаритного транспорту;

– встановлення будівельних риштувань та складування матеріалів на період будівництва (тимчасові сервітути).

Межі сервітуту в комерційній забудові мають бути чітко визначені на кадастровому плані. Будь-яка похибка може призвести до зупинки експлуатації об'єкта або судових позовів про знесення мереж. Право сервітуту виникає не з моменту підписання договору, а з моменту його реєстрації в Державному реєстрі речових прав. Для інвестора це критичний етап «юридичної чистоти» проєкту.

У ході дослідження встановлено, що чинний механізм реалізації сервітутних відносин у комерційному будівництві потребує системного реформування:

– Відсутня чітка методика визначення плати за комерційний сервітут. Власники суміжних ділянок часто завищують ціну за проїзд або прокладання труб, знаючи про високу прибутковість майбутнього бізнесу.

– Виявлено проблематику проєктування сервітутів у межах «червоних ліній» та зашумлених зон.

Пропозиції

1. Розробити та затвердити методику розрахунку плати за сервітут для комерційних потреб. На законодавчому рівні закріпити граничні межі плати за сервітут для об'єктів комерційної забудови (зокрема, торговельного призначення), виходячи з відсоткового відношення до нормативної грошової оцінки. Це дозволить запобігти проявам «земельного шантажу» з боку власників суміжних ділянок та забезпечить прогнозованість бюджету будівництва.

2. З метою оптимізації проєктування під'їзних шляхів до комерційних об'єктів (особливо поблизу магістралей загального користування), пропонується забезпечити синхронізацію «червоних ліній» та зон обмежень (шумових, водоохоронних) між Державним земельним кадастром (ДЗК) та Реєстром будівельної діяльності. Це дозволить на стадії розробки проєкту землеустрою автоматично визначати зони, де встановлення сервітуту є пріоритетним для забезпечення функціонування об'єкта.

Перелік посилань

1. Цивільний кодекс України від 16.01.2003 № 435-IV URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15(дата звернення 17.04.2026).

2. Земельний кодекс України від 25.10.2001 № 2768-III. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14 (дата звернення 17.04.2026).

3. Наказ Про затвердження Класифікації видів цільового призначення земель від від 23.07.2010 № 548. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws (дата звернення 17.04.2026).

4. Право земельного сервітуту URL: https://legalaid.wiki/index.php/Право_земельного_сервітуту#Плата_за_користування_сервітутом (дата звернення 17.04.2026).

5. Зразок договору Про встановлення земельного сервітуту URL: https://ldn.org.ua/useful-material (дата звернення 17.04.2026).

6. Що таке сервітут і для чого він потрібен? URL: https://girska-gromada.gov.ua (дата звернення 17.04.2026).

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC) ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ВИДОБУТКУ ПІСКУ В КАР'ЄРІ

Технічний університет "МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА"

Кравченко Олексій Олександрович, група ГСм-24-1п
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Бруй Ганна Валеріївна**

Сучасний маркшейдерський облік на гірничодобувних підприємствах переживає фундаментальну трансформацію. Традиційні методи одиничних замірів поступаються місцем суцільному цифровому моделюванню на основі щільних хмар точок. У контексті піщаних кар'єрів, де геометрія вибоїв та складів готової продукції постійно змінюється, інтеграція аерофотознімання та повітряного лазерного сканування (LiDAR) стає стратегічною необхідністю.

Використання програмних комплексів рівня Trimble Business Center (TBC) [1-3] дозволяє реалізувати концепцію «Actionable Information» (корисної інформації). Це означає перетворення сирих даних, зібраних БПЛА на основі надійної геодезичної основи, у прецизійні аналітичні звіти. Хмара точок тут є не просто візуалізацією, а фундаментальною метричною основою, яка забезпечує швидкість і точність, критичні для оперативного моніторингу видобутку та залишків на складах.

Автоматизація знімальних процесів – це не лише данина технологіям, а засіб усунення критичних недоліків ручної праці. В якості переваг можна виділити три ключові аспекти:

- Об'єктивність (використання алгоритмів штучного інтелекту для обробки даних дозволяє виключити суб'єктивні судження фахівця під час вибору характерних точок. Це гарантує отримання стабільних результатів, які можна легко відтворити).

- Безпека персоналу (робота в піщаних кар'єрах пов'язана з ризиками обвалів та роботою важкої техніки. Дистанційне зондування за допомогою БПЛА створює безпечне робоче середовище, де маркшейдеру більше не потрібно ризикувати здоров'ям на крутих укосах чи поблизу робочих зон екскаваторів).

- Економічна ефективність (автоматизовані робочі процеси мінімізують час на камернальну обробку, що дозволяє виконувати проєкти в найкоротші терміни та оперативно реагувати на запити відділу збуту чи управління підприємства).

Ці фактори визначають перехід маркшейдерської служби від ролі «виконавця вимірювань» до ролі «контролера інтелектуальних систем», і безсумнівно є актуальним питанням, яке потребує впровадження.

Метою дослідження є аналіз повного технологічного циклу отримання та обробки даних з БПЛА – від первинної класифікації хмари точок алгоритмами глибокого навчання (3D Deep Learning) до автоматизованого розрахунку об'ємів піску та створення звітності.

Об'єктом дослідження є процес визначення об’ємів конусів (складів готової продукції) та виїмок у піщаному кар'єрі за допомогою інструментарію Trimble Business Center [1-3].

Трансформація хмари точок у геометричні атрибути об'єктів потребує інтелектуального підходу, де ШІ бере на себе найбільш рутинні завдання.

Першим етапом є автоматичне розділення даних. Класифікатор «Outdoor (Aerial)» у TBC використовує навчені моделі для миттєвого розподілу точок за класами:

- *Ground* (земна поверхня);
- *High/Medium Vegetation* (рослинність);
- *Stockpiles* (склади готової продукції);
- Будівлі, опори, лінії електропередач;
- *Noise* (люди, техніка, артефакти сканування);
- *Dividers* (огорожі, стіни, відбійники).

Для маркшейдера важливо зберегти кожну бровку та канаву. Механізм «Smart downsampling» динамічно регулює розмір комірки фільтрації: на рівних ділянках щільність точок зменшується, а на перегинах рельєфу (укоси, рови) — зберігається максимальною. Використання «Bare ground filter» дозволяє ефективно видалити низьку траву, забезпечуючи ідеальну основу для класифікації та подальших розрахунків.

Функція «Stockpile extraction» пропонує інструмент «stockpile picker», який замінює десятки ручних кліків одним натисканням на тіло насипу для генерації його межі.

Об'єм визначається методом «grid difference» між базовою та верхньою поверхнями. Маркшейдер може самостійно налаштовувати розмір сітки (grid size) для пошуку оптимального балансу між швидкістю обробки та необхідною точністю.

Система автоматично створює межі у вигляді 3D-мереж (3D linestrings), що враховують мікрорельєф основи. Для максимальної точності на складних ділянках кар'єру TBC дозволяє імпортувати власні базові поверхні (custom base surfaces), що критично для складів, розташованих на схилах або непідготовлених майданчиках. В таблиці 1 виконано аналіз можливостей збору інформації в залежності від методу їх отримання.

Таблиця 1 – Порівняння методів збору даних

Критерій	Aerial LiDAR	Photogrammetry (Аерофотознімання)
Джерело даних	Активний сенсор (лазер)	Пасивний (колірні пікселі зображень)
Інтенсивність (Intensity)	Наявна (ключова для виділення геометрії)	Відсутня (тільки RGB)
Класифікація ШІ	Повний спектр Outdoor (Aerial)	Повний спектр Outdoor (Aerial)
Проникнення крізь флору	Високе (відображає землю під рослинністю)	Відсутнє (тільки видима поверхня)
Контроль якості	Високий (через інтенсивність сигналу)	Середній (залежить від освітлення)

Використання БПЛА у поєднанні з AI-інструментами ТВС дозволяє маркшейдеру отримувати показники об’ємів, яким можна довіряти. Це досягається завдяки врахуванню нерівностей основи та використанню прецизійних 3D-мереж.

Роль сучасного інженера трансформується у бік аналізу та прийняття рішень на основі автоматизованих звітів у форматах PDF та CSV. Важливо зазначити, що для стабільної роботи цих алгоритмів ШІ необхідне відповідне апаратне забезпечення. Застосування вбудованих інструментів контролю якості гарантує, що кожен автоматично згенерований контур відповідає вимогам галузевих стандартів точності.

Перелік посилань:

1. Trimble Business Center. Field-to-finish survey CAD software. https://geospatial.trimble.com/en/products/software/trimble-business-center

2. Trimble Business Center Version 5.40 Features - Trimble Construction Software. (2021) https://www.youtube.com/watch?v=O2eP1EBISVI

3. Trimble Business Center Software Specifications Sheet (2017) https://www.scribd.com/document/358376619/Trimble-Business-Center-Software-Specifications-Sheet?language_settings_changed=English

НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

РОЛЬ ВИДАТНИХ ОСОБИСТОСТЕЙ У ФОРМУВАННІ СУЧАСНОГО СВІТОВОГО РИНКУ КОЛЕКЦІЙНИХ МІНЕРАЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Баглай М.А., студентка групи 103-23-1 ФПНТ
***Науковий керівник*: Шевченко С. В., к.г.н.,**
завідувач кафедри загальної та структурної геології

Актуальність. Ринок дорогоцінного каміння є важливою частиною світової економіки та культури. Інтерес до колекціонування зростає з кожним роком. Інтерес стає більш різностороннім – як до мистецтва, ювелірної сировини а також як до об'єктів інвестування. У цьому процесі ключову роль відіграють дилери, які є посередниками між видобутком та кінцевої точки. Але їх діяльність не достатньо висвітлюється у наукових статтях.

Мета: Дослідити механізми розвитку сучасного ринку колекційних мінералів.

Завдання: Проаналізувати етапи доставки дорогоцінного каміння від видобутку до колекції; розглянути діяльність відомих дилерів, меценатів, організаторів світових виставок і мінералогічних шоу та визначити їх вплив на ринок та музейну діяльність.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел та узагальнення інформації, порівняння.

Дорогоцінне каміння проходить складний шлях: від геологічної розвідки та видобутку до потрапляння до приватних або музейних колекцій. Зокрема такі етапи.

- Пошук та видобуток – Першим етапом появи дорогоцінного каміння являється його видобуток, а саме геологічна розвідка. На відміну від промислового методо видобування, колекційне каміння видобувають з максимальною обережністю, для того, щоб не пошкодити кристали.
- Очищення – первинне очищення відбувається безпосередньо після видобутку. Дорогоцінне каміння очищують від глини та бруду. Не використовуючи агресивних хімічних матеріалів.
- Препарування та обробка – Не менш важливий етап, під час якого майстер-ювелір обережно відділяє зайву "матрицю" на якій мінерал ріс, та далі вирішує: залишати у тому виді, що він є, або робити огранку для подальшого використання у ювелірних виробах.
- Оцінка – Після чого, камінь потрапляє до інших спеціалістів які роблять йому оцінку, спираючись на: склад мінералу, місце видобутку, огранка, вага, колір та твердість.
- Ринок та дилери – Зразок потрапляє на виставки, аукціони або до магазинів дилерів.
- Потрапляння у колекцію – Кінцевий пункт. Зразок потрапляє у приватну колекцію або музей. Після чого йому дають особистий номер, вносять у каталог та виділяють своє місце, під потрібним світлом.

Дилери, зокрема, сприяють виходу мінералів на міжнародний ринок.

Серед відомих діячів галузі – Роб Лавінскі, засновник The Arkenstone, який започаткував онлайн-торгівлю мінералами та популяризував мінерали як інвестиційні варіанти. Роб долучився до перепродажу знаменитого аквамарину «Helix (Спіраль)», що поколіннями належав родині професора доктора Германа Банка зі знаменитої родини огранщиків коштовного каміння Ідар-Оберштейн: цей кристал був найкращим у його колекції та був на обкладинці його відомої книги про коштовне каміння (1981). Зараз він займає почесне місце в Музеї природи та науки Перо в Далласі, штат Техас, наданий приватним інвестором. Цей камінь вважається одним з найцінніших кристалів дорогоцінного каміння у світі.

Стюарт Віленскі розглядає мінерали як витвори мистецтва та активно співпрацює з музеями, організовуючи виставки.

Даніель Трінчілло відомий своїми польовими експедиціями та розробкою престижних колекцій, зокрема завдяки виявленню унікальних зразків аквамаринів.

Іен Брюс спеціалізується на видобутку рідкісних мінералів та реставрації історичних шахт, що сприяє виведенню нових зразків на ринок.

Крістоф Кайлман, керуючий директор Мюнхенської виставки мінералів. Сьогодні Мюнхенська виставка є найбільшою виставкою дорогоцінного каміння, мінералів, ювелірних виробів та скам'янілостей у Європі, яку щороку відвідують понад 1000 дилерів та 40 000 відвідувачів з усього світу. Крім того, він заснував виставку мінералів, дорогоцінного каміння та ювелірних виробів Hardrock Summit у Денвері, США, та кілька інших великих виставок, включаючи "The Big Eight - Dinosaur Revelation" у Гонконзі.

Особливу роль також відіграють колекціонери та меценати, такі як Еріка Поль-Штрехер, яка створила одну з найцінніших приватних колекцій та передала її науковій установі. Таким чином, дилери не лише здійснюють торгівлю, але й впливають на розвиток науки, музеїв та культурну цінність мінералів.

Висновки.

Діяльність торговців дорогоцінним камінням є важливою складовою сучасного ринку мінералів. Вони забезпечують зв'язок між гірничодобувною промисловістю, наукою та споживачами, формують попит та популяризують мінерали як об'єкти мистецтва та інвестицій. Завдяки їхній діяльності унікальні зразки зберігаються, досліджуються та стають доступними для громадськості. Перспективи розвитку галузі пов'язані з глобалізацією ринку, перенесення продажів у онлайн та зростанням інтересу до колекціонування.

Перелік посилань

1. The Mineralogical Record (n.d.). Lavinsky, Rob. https://mineralogicalrecord.com/biographies_labels/lavinskyrob/

2. Le Gemmologue (2020). Mineralogical specimens of the Wilenskys. https://legemmologue.com/en/2020/05/11/mineralogical-specimens-of-the-wilenskys/

3. Trinchillo, D. (2020). Collecting The King of Kashmir aquamarine. The Mineralogical Record, 51. https://www.mardanifineminerals.com/wp-content/uploads/2021/01/MR-51-6-Kashmir.pdf

4. Griffith-Jones, M. (2023). Collector Profile: Dr. Erika Pohl-Stroher. https://www.irocks.com/collector-profile-dr-erika-pohl-stroher?srsltid=AfmBOoqJumyEsLVYBtB9HmewDNQmKBErMfxs76idALIVZoAzIM_wLpJr

АЛМАЗИ В ЮВЕЛІРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Дніпровський лінгвістичний ліцей № 9 "ПРОбізнес"

Дьячкова Маргарита, 11-А
***Науковий керівник*: Шевченко С.В., д.г.н.,**
зав. кафедри загальної та структурної геології

Сучасна ювелірна галузь стикається з серйозними викликами через розвиток синтетичних алмазів. Їх масове виробництво може призвести до знецінення алмазів як інвестиційного активу, а також ускладнює відрізнення природних каменів від лабораторних без спеціального дорогого обладнання. Це створює ризики підміни або змішування каменів і змушує компанії впроваджувати жорсткі системи контролю та змінювати маркетингові підходи. Водночас синтетичні алмази мають значні переваги: вони практично ідентичні природним за фізико-хімічними властивостями, але коштують на 70–90% дешевше, що робить їх доступнішими для споживачів. Крім того, їх виробництво вважається більш етичним, оскільки не пов’язане з руйнуванням екосистем або збройними конфліктами, що також підвищує їхню популярність, особливо серед молоді. На цьому тлі видобуток природних алмазів переживає труднощі: старі родовища виснажуються, нові великі поклади майже не відкриваються, що змушує збільшувати глибину видобутку і підвищує його вартість. Одночасно ринок все більше насичується дешевшими лабораторними аналогами, які поступово витісняють природні алмази з масового сегмента.

Висновок. Розвиток синтетичних алмазів трансформує ринок, пропонуючи дешевшу та етичнішу альтернативу, але водночас підвищуючи ризики знецінення і підміни. На тлі виснаження родовищ і зростання витрат на видобуток природні алмази втрачають масовий сегмент, що вимагає від галузі адаптації та посилення контролю.

Посилання

1. https://miningforschools.co.za/lets-explore/diamond/the-diamond-mining-life-cycle
2. https://www.gia.edu/diamond-quality-factor

РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ СУРСЬКОГО ПОРОГУ ТА СТВОРЕННЯ ВЕБСАЙТУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ ПАМ'ЯТКИ

Журба Ростислав Сергійович, НВО№136
***Науковий керівник*: асистентка кафедри загальної та структурної геології, Бодряго Єлизавета Альбертівна**

Мета - здійснити порівняльний аналіз одного з Дніпрових порогів у його історичному та сучасному станах із використанням ГІС і 3D-моделювання, а також розробити вебсайт для популяризації геологічної спадщини України та Європи.

Актуальність - полягає у вивченні структури порогу за допомогою ГІС та загрозою втрати геологічних пам'яток України внаслідок військової агресії.

У сучасних умовах наукових досліджень та збереження геологічної спадщини технології комп'ютерної візуалізації відіграють важливу роль. Розвиток 3D-моделювання дозволяє створювати точні та детальні віртуальні репрезентації природних об'єктів, які можуть служити не лише для наукових досліджень, але й для освітніх та поляризаційних цілей.

Процес створення 3D моделі Сурського порогу (Рис 1) геологічної пам'ятки природної спадщини України. Завдяки використанню передових технологій комп'ютерної візуалізації та програми 3D MAX 2020, була розроблена тривимірна модель цього унікального об'єкта. Модель створена на основі даних, зібраних під час польових досліджень та геоінформаційних систем [1,2], що забезпечує можливість детального аналізу та вивчення порогу.

Сучасні програмні засоби, що застосовуються для моделювання рельєфу (зокрема Autodesk 3ds Max, World Machine, Houdini, Blender, Gaea), мають подібні системні вимоги та функціональні можливості.

До основних переваг зазначених програмних продуктів слід віднести широкий інструментарій для тривимірного моделювання, можливість створення деталізованих цифрових моделей рельєфу, а також підтримку додаткових модулів і розширень, що дозволяє адаптувати функціонал до конкретних завдань дослідження. Разом із тим, використання таких програм супроводжується певними обмеженнями. У деяких випадках спостерігається обмеженість функціоналу в окремих напрямах (наприклад, текстурування або процедурна генерація рельєфу), а також висока вартість ліцензій окремих програмних продуктів.

Візуалізація об'єктів і процесів має важливе значення в сучасному світі, і впровадження 3D-моделювання у дослідження допомагає бути в курсі новітніх досягнень і підвищує ефективність науково-дослідних робіт.

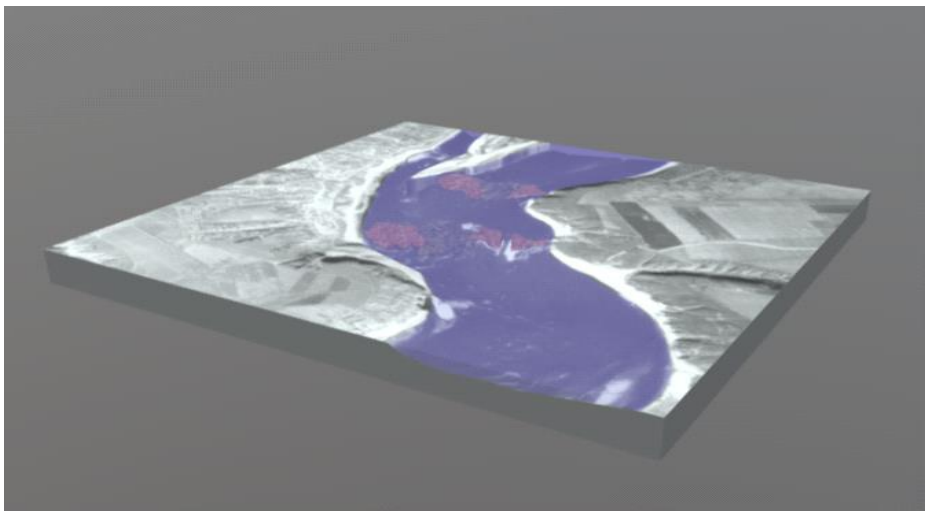


Рис 1. 3D модель Сурського порогу

Застосування геоінформаційних систем забезпечило ефективний збір, інтеграцію та детальний аналіз просторових даних про Сурський поріг, що дало змогу змоделювати його історичний вигляд та оцінювати вплив антропогенних і природних факторів на стан об'єкта. Створення 3D-моделі об'єкта забезпечило можливість його віртуального дослідження та збереження вигляду у цифровому форматі, що є важливим для науки та освіти в цілому. Розроблений вебсайт став платформою для інтеграції отриманих результатів, включаючи мультимедійні матеріали та 3D-модель, що дозволяє поширювати знання про пам'ятку серед широкої аудиторії. Отримані результати мають як наукову, так і практичну цінність, сприяючи формуванню екологічної свідомості, розвитку туристичного потенціалу Дніпропетровського регіону та створенню основи для подальших досліджень і заходів із збереження геологічних пам'яток.

Перелік посилань

1. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 https://core.ac.uk/download/pdf/286619051.pdf Вальчук О. Б. Інтелектуальна ГІС м. Коломиї // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2005. – №62

2. Інтелектуальні геоінформаційні системи. Міжнародний досвід та шляхи розвитку в Україні / Я. П. Кісь, Н. Б. Шаховська, О. Б. Вальчук // Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". - 2008. - № 621. - С. 139-143 https://vlp.com.ua/files/14_0.pdf

БУДОВА ДНІПРОВИХ ПОРОГІВ ЗГІДНО ІЗ СУЧАСНИМИ УЯВЛЕННЯМИ ПРО ГЕОЛОГІЮ СЕРДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я

«Навчально-виховне об'єднання №136 ім. Кирила і Мефодія»
Дніпровської міської ради

Петров Арсеній Олександрович, ученик 11-В класу
***Науковий керівник:* д.геол.н., доц. Нікітенко Ігор Святославович**

Дніпрові пороги були унікальним геологічним та геоморфологічним об'єктом, що сформувався в межах Середнього Придніпров'я в зоні перетину рікою Дніпро зони поширення порід Українського щита. Вони являли собою складну систему скелястих виступів, перекатів і звужень русла річки Дніпро, які простягалися між сучасними містами Дніпро та Запоріжжя і були затоплені у 1932 році внаслідок будівництва Дніпровської гідроелектростанції [1]. Дніпрові пороги, як географічний фактор, відіграли важливу роль в історії України та навіть зараз викликають значний інтерес у дослідників. Геологічні обстеження окремих порогів проводилися багатьма вченими починаючи з XVIII ст. до самого їх затоплення на початку XX ст. Найбільш докладне геологічне вивчення будови Дніпрових порогів було виконано О.В. Гуровим, результати якого опубліковано у праці «Щодо геології Катеринославської та Харківської губерній» у 1882 р. Слід зазначити, що всі геологічні дослідження, проведені до затоплення порогів, ґрунтуються на застарілих уявленнях про геологію Середнього Придніпров'я і, на відміну від краєзнавчих описів, не можуть бути використані у навчальній та науковій діяльності без певного аналізу та актуалізації згідно із сучасними науковими даними. Вирішенням цього питання в межах Регіонального ландшафтного парку «Дніпровські пороги» займався В.В. Манюк [7] та автор даного дослідження у співавторстві з колегами [3]. В подальшому нами було проведено два польові сезони досліджень з відбором та петрографічним аналізом проб, що дозволило скласти більш повне уявлення відносно геологічної будови та походження Дніпрових порогів.

Метою даного дослідження є визначення особливостей будови Дніпрових порогів з точки зору сучасних уявлень про геологію Середнього Придніпров'я. Для досягнення поставленої мети використано низку взаємодоповнюючих методів, серед яких аналіз наукової літератури та архівних джерел, порівняння геологічних карт різних періодів, польові дослідження територій, прилеглих до колишньої порожистої ділянки Дніпра, а також петрографічний аналіз гірських порід з відслонень.

Порожиста ділянка Дніпра знаходилася в межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита, де на поверхню виходять міцні кристалічні породи, що визначило характер русла річки [6; 7]. Основу геологічної будови порогів складали гранітоїди дніпропетровського комплексу, представлені плагіогранітами, тоналітами, трондьємітами та мігматитами [2; 4]. Ці породи формують кристалічний фундамент регіону і характеризуються високою щіль-

ністю, міцністю та стійкістю до вивітрювання, що сприяло їх збереженню в умовах інтенсивної водної ерозії.

Разом з тим встановлено, що геологічна будова окремих порогів була неоднорідною і відзначалася значним різноманіттям гірських порід [7]. Якщо брати до уваги дані Державної геологічної карти [6], у будові Ненаситецького порогу брали участь граніти демуринського гранітного комплексу, а у будові Вільного порогу – двопольовошпатові граніти мокромосковського та плагіограніти сурського комплексів. У структурі порогів також були присутні породи аульської серії, представлені гнейсами, амфіболітами та кристалічними сланцями, а також метагаброїди олександрівського інтрузивного комплексу. Останні, зокрема, за даними В.І. Лучицького та П.І. Лебедєва (1934), формували нині затоплений острів Дубовий нижче місця впадіння у Дніпро р. Плоска Осокорівка. Особливу роль у будові Дніпрових порогів, за даними О.В. Гурова, відігравали пегматитові жили, які, разом з гранітами, відзначалися підвищеною стійкістю до руйнування. Саме завдяки цій властивості пегматити часто формували окремі скелі, острови та виступи в руслі річки. Наявність тектонічних порушень у кристалічних породах також відігравала важливу роль у процесах їх руйнування та формування рельєфу.

Утворення Дніпрових порогів було зумовлене складною взаємодією ендогенних і екзогенних процесів. З одного боку, вирішальну роль відігравали тектонічні рухи, які спричинили диференційовані підняття окремих блоків кристалічного фундаменту [5]. Це призвело до формування нерівностей у профілі річкового русла та створення передумов для виникнення порогів. З іншого боку, важливу роль відігравали процеси водної ерозії, які здійснювали вибіркове руйнування гірських порід залежно від їх фізико-механічних властивостей. Менш стійкі породи руйнувалися швидше, тоді як більш міцні граніти та пегматити зберігалися і формували скельні виступи, що визначали характер течії річки.

Таким чином, Дніпрові пороги є результатом тривалого геологічного розвитку, у якому поєдналися процеси глибинного формування кристалічних порід, тектонічні рухи та поверхневі ерозійні процеси. Отримані результати дозволяють уточнити уявлення про геологічну будову Дніпрових порогів, а також можуть бути використані у подальших геологічних, географічних і краєзнавчих дослідженнях. Крім того, результати дослідження можуть бути застосовані при розробці геотуристичних маршрутів, створенні навчальних матеріалів та популяризації наук про Землю.

Перелік посилань

1. Власов О. Пороги Дніпра. Харків: Видавець Олександр Савчук, 2018. 448 с.

2. Єсипчук К. Ю. та ін. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (пояснювальна записка). Київ: УкрДГРІ, 2004. 30 с.

3. Журба Р.С., Петров А.О., Тарчевський М.С. Дніпрові пороги як геологічний об’єкт. Молодь: наука та інновації: матеріали XI Міжнародної науково-

технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 22–24 листопада 2023 року: у 2-х т. / Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2023. Том 1. С. 259–260.

4. Сукач В., Курило С., Грінченко О. Тоналіт-тронд'ємит-гранодіоритові (ТТГ) асоціації Середньопридніпровського архейського кратону. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2016. № 1 (72). С. 20–27.

5. Шевчук, В., Тустановська, Л., Кравченко, Д., Гадяцька, К. Реконструкція новітньої геодинаміки Середнього Придніпров'я та її прояви в рельєфі. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 2020, 3(90). С. 12–17. https://doi.org/10.17721/1728-2713.90.02

6. Шпильчак В. О. та ін. Державна геологічна карта України 1:200 000, аркуш M-36-XXXVI (Дніпропетровськ). Пояснювальна записка. Київ: УкрДГРІ, 2007. 116 с.

7. Maniuk V. V. Precambrian geological history of the Dnipro Rapids. Dnipropetrovsk University Bulletin. Geology, Geography, 2018, 26(1). P. 121–134.

АЛМАЗИ В ЕЛЕКТРОННІЙ ТЕХНІЦІ ТА ОПТИЦІ

Дніпровський лінгвістичний ліцей № 9 "ПРОбізнес"

Покотило Олексій, 11-А
***Науковий керівник*: Шевченко С.В., д.г.н.,**
зав. кафедри загальної та структурної геології

Алмази стають ключовим матеріалом для сучасної електроніки завдяки унікальній твердості та найвищій теплопровідності, що дозволяє ефективно охолоджувати потужні пристрої. Вони значно перевершують традиційний кремній за зносостійкістю та стабільністю в агресивних середовищах. Сьогодні на їх основі створюють нові алмазно-керамічні композити, захисні плівки для оптики та нанокомпозити для квантових технологій, що відкриває шлях до створення надчутливих сенсорів та міцних сплавів для транспорту.

Синтетичні алмази виготовляють двома методами: HPHT, який відтворює природні умови земних надр за допомогою екстремального тиску, та CVD, де кристал «вирощується» з газу під дією плазми. Попри технологічний прорив, головними викликами залишаються висока вартість виробництва та складність інтеграції алмазів у сучасні напівпровідникові системи. Проте розвиток цих методів робить алмазну електроніку одним із найперспективніших напрямів майбутнього.

Висновок. Алмази є унікальним матеріалом для електроніки завдяки рекордній теплопровідності та міцності, що дозволяє створювати потужні системи без ризику перегріву. Сучасні методи HPHT та CVD вже дають змогу вирощувати чисті кристали для сенсорів і квантових систем. Хоча висока вартість і технологічна складність наразі обмежують їх масове використання, алмазні технології залишаються ключовим напрямком для створення найнадійнішої техніки майбутнього.

Перелік посилань:

1.https://news.pcim.mesago.com/diamonds-the-future-of-high-power-semiconductor-materials-a-363986e8bf979b476f6de4335725dcab/

2.https://www.diasemi.us/about.html

ГЕОРАДАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ РОЗКРИВНИХ ПОРІД НА ПЕТРОВСЬКОМУ ГРАНІТНОМУ КАР'ЄРІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Процун Олег Сергійович, група 103-22-1
***Науковий керівник*: Приходченко В. Ф., докт.геол.наук, професор кафедри геології та розвідки родовищ корисних копалин**

Актуальність. Одним із ключових завдань при плануванні розширення гірничих виробок є достовірна оцінка потужності розкривних порід. Традиційні методи буріння свердловин є високоточними, але потребують значних капіталовкладень та часу. Використання сучасних геофізичних методів, зокрема георадарного зондування, дозволяє оперативно отримати дані про будову верхньої частини геологічного розрізу. Актуальним є дослідження ефективності застосування цього методу для визначення межі між осадовими відкладами та корінними породами (гранітами) в умовах Петровського родовища для оптимізації подальших розвідувальних робіт.

Мета. Оцінити потужність осадової та скельної розкриші на двох ділянках розширення Петровського гранітного кар'єру (площею 1,5 та 1 га) за допомогою георадарного зондування, а також проаналізувати можливість екстраполяції отриманих даних для планування гірничих робіт.

Для вирішення поставленої задачі було виконано комплекс польових та камеральних робіт. Рекогносцирувальне обстеження території дозволило оцінити геоморфологічні особливості та наявні прояви екзогенних процесів. Основним методом досліджень стало георадарне профілювання з використанням комплексу SIR 20 з антеною 100 МГц, що забезпечує глибинність до 30 м. Обробка польових даних виконувалась в програмному комплексі RADAN 6.6.

Дослідження проводились на двох ділянках, складених четвертинними відкладами (піски, суглинки) та корінними породами, представленими біотитовими гранітами дніпропетровського комплексу з розвиненою корою вивітрювання. За результатами георадарного зондування на першій ділянці було виконано серію профілів загальною довжиною 1278 п.м. Аналіз радарограм у характерних точках дозволив виділити три основні геоелектричні шари: ґрунтово-рослинний шар та суглинки, зона вивітрених тріщинуватих гранітоїдів, та відносно монолітні граніти.

Швидкість поширення електромагнітної хвилі у гірських породах визначається їхньою діелектричною проникністю (ε). Інтерпретація радарограм базувалась на відмінностях цього параметру для різних типів порід.

Для розрахунку глибин використовувались наступні значення відносної діелектричної проникності:

- Ґрунтово-рослинний шар та сухі суглинки: ε = 4-8 (швидкість хвилі ~0,12-0,15 м/нс);
- Вологі супіщано-суглинкові ґрунти: ε = 10-15 (швидкість хвилі ~0,08-0,10 м/нс);

- Зона вивітрювання та тріщинуваті граніти: ε = 6-9 (швидкість хвилі ~0,10-0,12 м/нс);
- Монолітні граніти (скельний масив): ε = 5-7 (швидкість хвилі ~0,12-0,14 м/нс).

Контраст діелектричних властивостей на межі "вологі осадові відклади – вивітрілі граніти" (перепад ε від 10-15 до 6-9) забезпечує формування чіткої відбитої хвилі, що дозволяє достовірно визначати покрівлю корінних порід. Менш контрастною, але достатньою для якісної інтерпретації, є межа між зоною вивітрювання та монолітними гранітами (перепад ε від 6-9 до 5-7). Калібрування швидкісних параметрів виконувалось з урахуванням літологічного складу порід та даних фондових матеріалів по родовищу.

На другій ділянці потужність осадових відкладів перевищує 30 м (межа чутливості приладу). Породи представлені супіщано-суглинковими ґрунтами з прошарками піску, інтенсивно вологими з глибини 16-18 м. Це свідчить про кардинально інші гірничо-геологічні умови порівняно із сусідньою ділянкою та вказує на необхідність застосування інших методів розкриття чи більш детальної розвідки бурінням.

Висновки.

1. За результатами георадарних досліджень на першій ділянці встановлено, що потужність осадової розкриші коливається від 7 до 13 м. Нижче, до глибини 19-25 м, залягають вивітрілі тріщинуваті гранітоїди, які поступово переходять у більш щільні гранітні комплекси. Отримані дані дозволяють оконтурити зони з мінімальною потужністю розкриву (7-8 м) для першочергового відпрацювання.
2. Застосування георадарного методу дозволило оперативно та з високою деталізацією визначити потужність осадової товщі для глибин до 30м. Для більших глибин та для калібрування георадарних даних рекомендовано провести розвідувальне буріння.

Перелік посилань:

1. ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва. Київ. 2014 р.

СУЧАСНІ ЗМІНИ РЕЖИМУ Р. ІНГУЛЕЦЬ ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОГЕНЕЗУ ТА НАСЛІДКІВ РАКЕТНИХ УДАРІВ ЗА ДАНИМИ МОНІТОРИНГУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сіваков Артем Валентинович, група 103-23-2
Битько Юрій Миколайович, група 103-24А-10
***Науковий керівник*: Рудаков Д. В., проф. каф. гідрогеології та інженерної геології**

Метою даного дослідження є оцінка параметрів техногенного впливу та наслідків російських ударів у 2022 р. по гідротехнічній інфраструктурі на гідрологічний та гідрохімічний режим у басейні р. Інгулець. *Об'єктом дослідження* є зміни показників гідрологічних та гідрохімічних процесів у р. Інгулець.

Тривалий видобуток залізної руди у Кривбасі, викликані цим скиди надлишків шахтних і рудничних вод, подача води для зрошення до південних регіонів країни суттєво вплинули на гідрологічний та гідрохімічний режими р. Інгулець та її притоків [1] і сприяли підвищенню гідрохімічного фону річки в зоні видобутку у Кривбасі. Це ускладнює подачу води належної якості для споживачів на березі колишнього Каховського водосховища та для зрошення у Миколаївській та Херсонській областях через русло Інгульця.

Реалізація цих завдань суттєво ускладнилася внаслідок руйнування гідротехнічної інфраструктури України під час російської агресії. Актуальність досліджень у цьому напрямку підтверджується прикладами руйнувань та пошкоджень гребель Каховської ГЕС, Карачунівського водосховища на р. Інгулець, Карлівського на Донеччині, Печенізького на Харківщині та інших. Для водогосподарської галузі України виникає потреба в оцінці їх наслідків та розробці заходів сталого водозабезпечення, зважаючи на техногенні впливи та кліматичні зміни.

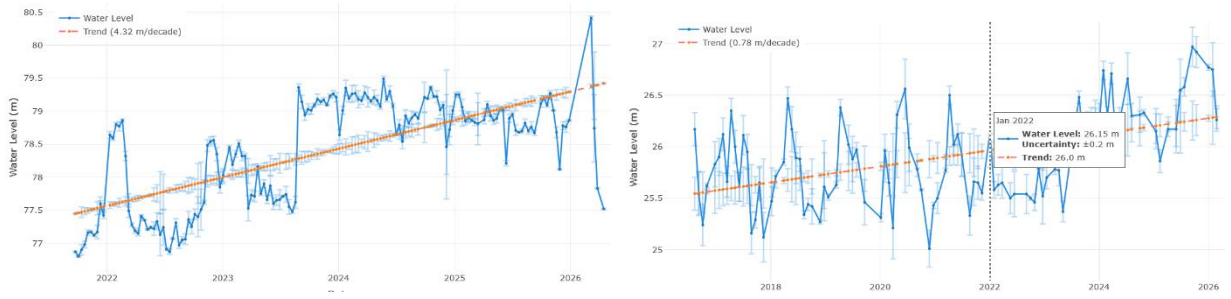
Для аналізу сучасних змін гідрологічного та гідрохімічного режиму р. Інгулець використано дані Держводагентства України, Регіонального офісу водних ресурсів у Дніпропетровській області. Крім того, проведено аналіз результатів супутникового моніторингу рівня води за даними програми Copernicus [2], що містить дані по 9 пунктах басейну р. Інгулець з частотою раз на 9–27 днів, починаючи з 2016 р., а для окремих пунктів – з 2021 р. Така частота спостережень дозволяє оцінювати довгострокові тренди, хоча є недостатньою для аналізу окремих гідрологічних подій тривалістю до 2 тижнів.

Аналіз результатів супутникового моніторингу рівня води р. Інгулець від с. Інгулецьке до с. Юріївка свідчить про переважне зростання рівня води (рис. 1), представлене у метрах за десятиріччя: 0,1–0,73 для нижньої течії (с. Юріївка – Вел. Олександрівка), 0,6–0,68 для двох пунктів на території м. Кривий Ріг, 0,03–4,32 для двох пунктів середньої течії р. Інгулець (Інгулецьке – Тернувате). Винятком є пункт спостереження біля с. Петрівка з практично нульовим трендом зміни рівня води.

Техногенний вплив на гідрологічний режим р. Інгульця проявляється у високих рівнях води в літній період, близьких до максимумів у квітні у н.п. Всебратське та Рахманівка (до 30 км вниз по течії від греблі Карачунівського водосховища). На цій ділянці відбувалася подача води для промивання русла та зрошення в літній період. Таке підвищення відсутнє для пунктів спостережень вниз за течією, починаючи з с. Велика Олександрівка.

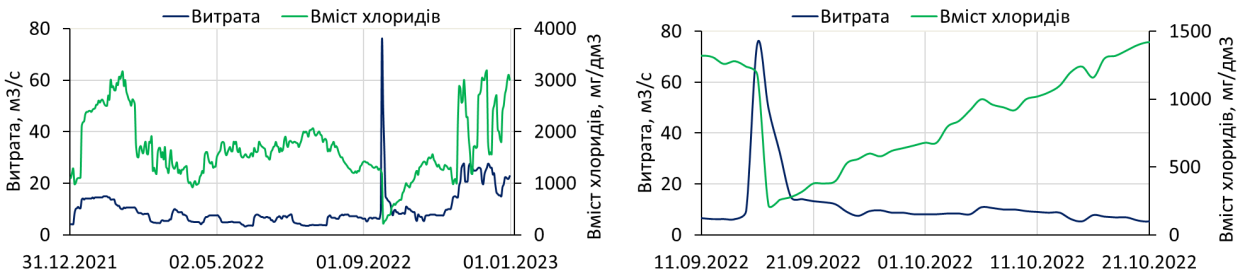
Гідрохімічний режим на техногенно навантаженій ділянці від греблі Карачунівського водосховища до с. Андріївка, довжиною близько 70 км, характеризується зростанням суми аніонів у нижньому створі в холодну пору року [2] синхронно зі скиданням надлишків шахтних вод зі ставка-накопичувача у балці Свистунова. У 2022 р. до постійного впливу техногенезу, що визначається підвищеним вмістом хлоридів у холодну пору року (рис. 2, а), додався тимчасовий вплив пошкодження греблі внаслідок ракетного влучання 14–15 вересня. Результатом стало різке зростання витрати з 9,36 до 75,1 м^3/с та зниження вмісту хлоридів з 1180 до 220 мг/дм^3. Відновлення до попередньої витрати відбулося протягом тижня внаслідок аварійно-рятувальних робіт, тоді як вміст хлоридів досяг доаварійних значень через місяць. Протягом 2022 р. відзначається кореляція між витратою та вмістом хлоридів (r = 0,28), яка є статистично значущою за критерієм Стьюдента з довірчою ймовірністю 0,95. Протягом тижня з моменту пошкодження греблі, навпаки, відзначається статистично значуща зворотна кореляція (r = –0,75), пов'язана з інтенсивним розбавленням води в р. Інгулець на цій ділянці більшою витратою води.

Отримані кількісні оцінки дозволяють прогнозувати вплив тривалих та аварійних змін на гідрологічний та гідрохімічний режим і розробляти відповідні стабілізаційні заходи.



а) б)

Рис. 1. Динаміка змін рівня води у пунктах супутникового моніторингу а) біля с. Інгулецьке вище Карачунівського водосховища у 2022–2026 рр., б) біля н.п. Рахманівка на території м. Кривий Ріг



а) б)

Рис. 2. Зміна витрати р. Інгулець у с. Андріївка нижче місця сезонного скиду шахтних вод: а) протягом 2022 р., б) у період аварійних змін після враження греблі Карачунівського водосховища у м. Кривий Ріг 14 і 15 вересня 2022 р.

Перелік посилань:

1. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. К. : Ніка-Центр, 2012. – 180 с.

2. River Water Level 2002-present (vector), global, Near Real Time – version https://land.copernicus.eu/en/products/water-bodies/water-level-rivers-near-real-time-v2.0 (дата звернення: 17.04.2026)

3. Мул Ю.А., Богдан М.М., Рудаков Д.В. Аналіз змін гідрологічного та гідрогеохімічного режиму в басейні р. Інгулець під техногенним впливом. Матеріали 80-ї студ. наук.-техн. конф. «Тиждень студентської науки – 2025», (Дніпро, 21-25 квітня 2025 року). – Д.: НТУ «ДП», 2025 – С. 271–273.

ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗ ФОРМУВАННЯ ВОДОПРИТОКІВ У КАР'ЄРАХ ЯК ЧИННИКА ГІДРОГЕОМЕХАНІЧНОЇ СТІЙКОСТІ БОРТІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ставицька Леся Павлівна, група 103-24-2
***Науковий керівник*: Шерстюк Є.А., доц. каф. гідрогеології та інженерної геології**

Проблема водопритоків у кар'єрах є однією з ключових у відкритій розробці родовищ, оскільки надходження підземних і поверхневих вод суттєво ускладнює гірничі роботи та знижує стійкість бортів кар'єрів. У світовій практиці обводнення розглядається як один із головних чинників розвитку зсувних процесів і деформацій укосів (International Society for Rock Mechanics; International Commission on Large Dams).

За даними Державної служби геології та надр в Україні ця проблема є особливо актуальною для гірничодобувних регіонів, зокрема Криворізького басейну, де інтенсивна розробка родовищ поєднується зі складними гідрогеологічними умовами.

Відкрита розробка родовищ супроводжується формуванням значних водопритоків, величина яких для досліджуваного кар'єру сягає 2370 м³/добу. Обводнення бортів, особливо у зонах поширення алювіальних і неоген-палеогенових відкладів, зумовлює розвиток зсувних деформацій і локальних обвалень. Це в повній мірі стосується і залізорудного кар'єру Інгулецького ГЗК, загальна величина водо-притоків до якого сягає 2370 м^3/доб. Серед наслідків обводнення бортів кар'єру, особливо північно-східного, є розвиток зсувних деформацій і обвалень в інтервалі залягання алювіальних відкладень і осадових утворень неоген-палеогенового віку. Гірничо-геологічні умови північно-східного борту кар'єру ПРАТ "ІНГЗК" визначаються складною гідрогеомеханічною взаємодією природних та технічних елементів системи "залізорудний кар'єр – породний відвал № 3 – алювіальні відклади річки Інгулець".

Розроблена геофільтраційна модель відображує головні закономірності у живленні та розвантаженні розвинутого в межах досліджуваної території алювіального водоносного горизонту [1,2]. На основі побудованої геофільтраційної моделі встановлено, що живлення алювіального водоносного горизонту здійснюється за рахунок дренуючого впливу річкової мережі, а також інфільтраційного надходження в межах породного відвалу. Виявлено, що найбільші водопритоки приурочені до ділянок зі зниженими відмітками підошви гравелистих пісків (до 5,5–12,0 м) у межах окремих маркшейдерських осей, де їх значення досягають 249,09 м³/добу.

Додатковим джерелом водопритоків є техногенний водоносний горизонт, сформований у масиві породного відвалу. Його формування пов'язане з наявністю слабопроникного шару в підошві відвалу, що сприяє накопиченню води та утворенню водонасиченої зони. В межах контуру кар'єру водопритоки з цього горизонту досягають 28,27 м³/добу.

Прогнозна оцінка змін гідродинамічного режиму показала, що гідротехнічні перетворення руслової мережі впливають на розподіл водопритоків нерівномірно: у південній частині борту спостерігається їх зниження, тоді як у північно-східній частині цей вплив є мінімальним через віддаленість від джерела впливу.

У перспективі розвитку гірничих робіт встановлено зростання водопритоків на окремих ділянках до 839,8 м³/добу та 603,09 м³/добу, що пов'язано зі зміною конфігурації кар'єру та залученням нових водонасичених зон. Водночас на ділянках піднятого залягання водотривких глин формуються зони осушення, що обмежує надходження вод.

Моделювання показало, що застосування протифільтраційної завіси (з проникністю до 0,001 м/добу) дозволяє знизити сумарні водопритоки до 540,2 м³/добу, а в довгостроковій перспективі — до 479,7 м³/добу. При цьому формується система локальних зон осушення алювіального горизонту. Разом з тим встановлено, що надмірне подовження завіси може перешкоджати природному розвантаженню підземних вод і сприяти накопиченню води у відвалі, що негативно впливає на його стійкість.

Результати гідрогеомеханічного моделювання свідчать, що стійкість бортів визначається як геологічною будовою, так і ступенем їх обводнення. У межах досліджуваної ділянки встановлено формування потенційних зсувних зон у межах окремих висотних інтервалів, що узгоджується з раніше зафіксованими деформаціями.

Коефіцієнт запасу стійкості на окремих ділянках становить 1,10–1,26, що свідчить про їх зсувонебезпечний стан. Підвищення стійкості до нормативних значень (≥1,30) досягається за рахунок поєднання інженерних заходів, зокрема дренажу, розвантаження приконтурних зон та регулювання водного режиму.

До основних заходів забезпечення гідрогеомеханічної стійкості належать: організація ефективного дренажного водовідведення; розвантаження приконтурних ділянок відвалів; обмеження інфільтрації атмосферних опадів у відвали; створення мережі спостережних гідрогеологічних свердловин та проведення моніторингу.

Перелік посилань

1. Закономірності формування кар'єрних водоприпливів з алювіального водоносного горизонту на ділянці північно-східного борту кар'єру ПРАТ "ІНГЗК". В.І. Тимощук, О.А. Савюк, Є.А. Шерстюк. Збірник наукових праць НГУ. – 2018. – № 54. – С.128-140.

2. Analysis of patterns of the open-pit mine water influx formation in the conditions of the Inhulets iron ore deposit using a three-dimensional geofiltration model / V. Tymoshchuk, Y. Sherstiuk, and T. Morozova // E3S Web of Conferences. Ukrainian School of Mining Engineering. – 2018. – Vol. 60.

ІНТЕГРАЦІЯ БЛОЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ГЕОСТАТИСТИКИ У ВАРТІСНУ ОЦІНКУ ЗАПАСІВ ТВЕРДИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН В УМОВАХ ГАРМОНІЗАЦІЇ З МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ

Уманський О.В., керівник відділу маркетингу K-MINE
***Науковий керівник:* д. т. н., доц., Назаренко Михайло Володимирович, головний геолог, Король Наталія Олександрівна**
к. т. н., доц., Шолох Сергій Миколайович

Сучасна гірничодобувна галузь висуває дедалі суворіші вимоги до обґрунтованості та прозорості оцінки мінерально-сировинних ресурсів. Запровадження цифрових методів геологічного моделювання — насамперед блочного моделювання та геостатистики — перетворює оцінку запасів з суто інженерної процедури на наукомістку аналітичну діяльність, результати якої піддаються верифікації незалежними фахівцями. Для України ця тематика набуває особливої актуальності в контексті реформи системи класифікації запасів та поступового зближення з міжнародними стандартами UNFC та CRIRSCO [1, 2].

Метою роботи є аналіз методологічних засад блочного моделювання та геостатистики стосовно вартісної оцінки запасів твердих корисних копалин, а також розгляд практичних аспектів реалізації цих методів у вітчизняних умовах на прикладі реального гірничого підприємства.

1. Обмеженість традиційних методів підрахунку запасів

Традиційні методи — метод геологічних блоків, метод паралельних перерізів, метод вертикальних розрізів — формувались в умовах обмежених обчислювальних ресурсів. їхня принципова вада полягає в ігноруванні структурованої просторової мінливості вмісту корисного компонента. Граничні вмісти між блоками встановлюються суб’єктивно, а точність оцінки різко падає зі зростанням геологічної неоднорідності родовища.

Окрім того, результати традиційних методів практично неможливо верифікувати відповідно до процедур, передбачених міжнародними стандартами публічної звітності. Це унеможливлює залучення зовнішнього аудиту — Competent Person у термінології CRIRSCO, — а відтак і міжнародного фінансування.

2. Блочне моделювання та геостатистика: методологічна основа

Концепція блочного моделювання ґрунтується на описі родовища як тривимірного масиву елементарних блоків, кожному з яких присвоюється набір геологічних, якісних та технологічних атрибутів. Оцінювання вмісту у кожному блоці базується на геостатистичних методах, передусім кригінгу (Kriging) — просторовому лінійному незміщеному оцінювачі, розробленому Жоржем Матероном у 1960-х роках. Попередній варіограмний аналіз дозволяє кількісно описати просторову структуру мінливості і вибрати оптимальну модель залежності між пробами [3].

Ключові переваги блочного моделювання: динамічна актуалізація моделі в міру надходження нових даних буріння або гірничих виробок; можливість кількісної оцінки невизначеності через умовну симуляцію; повна відтворюваність

результатів, що є обов'язковою вимогою міжнародних стандартів. На базі блочної моделі будуються: оптимальний контур відкритих гірничих робіт (за методом Lerchs–Grossmann); виробничий графік; фінансова модель проєкту з аналізом чутливості до ціни металу та операційних витрат [4].

3. Програмна реалізація методів блочного моделювання та геостатистики

Реалізація описаних методів потребує спеціалізованого програмного середовища, здатного охопити повний виробничий цикл — від імпорту та верифікації даних опробування до формування міжнародної звітності за запасами. Прикладом такої системи є вітчизняна геоінформаційна система **K-MINE**, яка реалізує загальноприйняті у світі підходи до геологічного моделювання та оцінки запасів корисних копалин [5].

Функціональність системи охоплює повний аналітичний ланцюжок: інтерпретацію даних розвідувального буріння; оконтурення рудних тіл та зон мінералізації; каркасне тривимірне моделювання родовища; варіографію та геостатистичну інтерполяцію методами кригінгу; побудову і актуалізацію блочних ресурсних моделей; оцінку та аудит запасів; оптимізацію контурів відпрацювання. Вбудована підтримка міжнародних стандартів NI 43-101, JORC та SK-1300 дозволяє безпосередньо формувати технічні звіти у форматах, визнаних Комісією з цінних паперів США (SEC) та компетентними особами CRIRSCO.

Принципово важлива характеристика системи — наскрізна інтеграція: геологічний модуль функціонує в єдиному цифровому середовищі з маркшейдерським модулем, системами планування гірничих робіт та диспетчеризації обладнання. Це усуває систематичні похибки, що виникають при передачі даних між різними програмними продуктами, та забезпечує єдиний інформаційний простір для усіх служб підприємства.

4. Практичний кейс: впровадження на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» — один з найбільших виробників сталі у світі та найбільший інтегрований металургійний комбінат України. Сировинну базу підприємства формують чотири об'єкти: Новокриворізьке та Валявкінське родовища залізистих кварцитів (відкрита розробка), родовище багатих залізних руд рудника ім. Кирова та поле шахти Артема (підземна розробка). До впровадження цифрових інструментів усі оперативні геологічні задачі виконувалися «ручним» способом на паперових носіях — зі значними витратами часу та неминучими систематичними похибками.

Перед проектною командою було поставлено комплекс взаємопов'язаних завдань. По-перше, аналіз, оцифровка та верифікація накопичених геологічних матеріалів з усіх попередніх розвідувальних кампаній, формування єдиної структурованої бази даних з усуненням помилок та просторовою прив'язкою відомостей про свердловини. По-друге, побудова тривимірних блочних ресурсних моделей усіх чотирьох об'єктів: Новокриворізького і Валявкінського родовищ, родовища багатих залізних руд рудника ім. Кирова та поля шахти Артема. По-третє, оптимізація стратегії відпрацювання родовищ — визначення оптимальних контурів кар'єрів та шахтних полів з урахуванням поточних економічних параметрів. По-четверте — ключовий елемент усього проекту: формування зведеного звіту MRMR (Mineral Resources and Mineral Reserves) та його заверка

компетентними особами для Комісії з цінних паперів США (SEC) відповідно до вимог стандарту SK 1300. Додатково необхідно було побудувати єдину цифрову платформу обміну оперативною інформацією між геологічною, маркшейдерською службами та відділами планування гірничих робіт.

За результатами впровадження комплексу отримано результати, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати впровадження цифрового геологічного комплексу на ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг»

ЗАВДАННЯ	РЕЗУЛЬТАТ
1. Аналіз, оцифрування даних, створення бази даних	Єдина верифікована БД з усіх розвідувальних кампаній; виявлено та усунуто помилки; геологічні дані ув'язано у просторі
2. Блочні 3D-моделі 4-х об'єктів (Новокриворізьке, Валявкінське, рудник ім. Кирова, шахта Артема)	Створено тривимірні блочні моделі всіх чотирьох об'єктів з підтримкою алгоритму актуалізації в процесі експлуатації; знижено коефіцієнти втрат і засмічення руд
3. Оптимізація стратегії відпрацювання родовищ	Побудовано ресурсні моделі для оптимізації кінцевих контурів кар'єрів; оцінено ступінь розвіданості родовищ та обгрунтовано ділянки дорозвідки
4. Звіт MRMR для SEC за стандартом SK 1300	Звіт підготовлено та заверено компетентними особами; запаси відповідають вимогам SK 1300, що відкрило доступ до американських ринків капіталу
Інтеграція геологічної, маркшейдерської служб і відділів планування	Єдина цифрова платформа з обміном даними в реальному часі; скорочено витрати часу на підготовку геолого-графічної документації

Принципово важливим є те, що інтеграція геологічної, маркшейдерської служби та відділів планування в єдине цифрове середовище забезпечила обмін оперативною інформацією в реальному часі. Це кардинально змінило якість короткострокового планування гірничих робіт: рішення щодо напрямків вийняття стали прийматися на основі актуальних цифрових даних про морфологію рудних тіл, а не на основі застарілих паперових планів.

5. Гармонізація з міжнародними стандартами та ESG

Нова редакція UNFC-2019 запровадила тривимірну систему класифікації за осями: *E* — екологічно-соціально-економічна доцільність; *F* — технічна та операційна реалізованість; *G* — ступінь геологічної вивченості. Стандарти CRIRSCO вимагають, щоб методика розрахунків допускала верифікацію неза-

лежними Competent Persons, що робить блочне моделювання із задокументованим варіограмним аналізом практично безальтернативним для родовищ, орієнтованих на міжнародне фінансування [2, 5].

Зростаючий тиск ESG-агенди додатково змінює підходи: цифрова блочна модель дозволяє інтегрувати просторові екологічні шари — зони охорони підземних вод, межі природоохоронних територій, зони впливу на поверхневий стік — і проводити сценарний аналіз варіантів освоєння ще на стадії ТЕО.

Висновки

1. Блочне моделювання у поєднанні з геостатистичними методами (кригінг, умовна симуляція) є сучасною методологічною основою вартісної оцінки запасів твердих корисних копалин і забезпечує необхідний рівень прозорості та відтворюваності результатів.

2. Практичний досвід ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» підтверджує, що перехід від паперових методів до єдиної цифрової платформи дозволяє знизити коефіцієнти втрат і засмічення руд, автоматизувати аудит запасів за CRIRSCO та кардинально підвищити оперативність прийняття геологічних рішень.

3. Гармонізація зі стандартами UNFC-2019 та CRIRSCO і урахування ESG-факторів переводять оцінку запасів у площину міждисциплінарного завдання, що інтегрує геологічну, технічну, економічну та екологічну складові.

4. Розвиток вітчизняних програмних платформ відкриває можливість повноцінного впровадження цих методів без залежності від зарубіжного програмного забезпечення, що є важливим чинником технологічної незалежності гірничої галузі України.

Перелік посилань

1. CRIRSCO International Reporting Template. 2019. URL: https://crirsco.com/template.asp

2. Sinclair A.J., Blackwell G.H. Applied Mineral Inventory Estimation. Cambridge University Press, 2002. 381 p.

3. K-MINE. Геоінформаційна система для гірничої промисловості. URL: https://k-mine.com/ua/

4. United Nations Economic Commission for Europe. United Nations Framework Classification for Resources (UNFC-2019). Geneva, 2019.

5. ДКЗ України. Матеріали щодо сумісності Класифікації України та шаблону CRIRSCO (обговорення/проєкти). 2021.

АЛМАЗИ В ОБРОБЦІ МАТЕРІАЛІВ

Дніпровський лінгвістичний ліцей № 9 "ПРОбізнес"

Шиманський Артем Павлович, 11-А
***Науковий керівник*: Шевченко С.В., д.г.н., завідувач кафедри загальної та структурної геології**

Алмази в обробці матеріалів відіграють важливу роль завдяки своїй винятковій твердості, зносостійкості та здатності забезпечувати надточну обробку поверхонь. Вони широко використовуються як абразивний інструмент для різання, шліфування та полірування найтвердіших матеріалів, таких як кераміка, карбіди та надміцні сплави. Алмазні інструменти дозволяють досягати високої точності обробки, мінімізувати дефекти поверхні та підвищувати довговічність деталей, що є критично важливим у машинобудуванні, авіаційній та медичній галузях.

Сучасні технології активно застосовують синтетичні алмази, які виготовляються методами HPHT (високий тиск і температура) та CVD (хімічне осадження з парової фази). Це дає змогу створювати інструменти з контрольованими властивостями, такими як зернистість, форма та чистота кристалів. Алмазні покриття, нанесені методом CVD, значно підвищують зносостійкість інструментів, зменшують тертя та дозволяють працювати без використання мастильних матеріалів.

Попри значні переваги, використання алмазів в обробці матеріалів має і певні обмеження. Основними з них є висока вартість виробництва та складність обробки самих алмазів. Крім того, алмази можуть вступати в хімічну реакцію з деякими металами (наприклад, залізом) при високих температурах, що обмежує їх застосування у певних процесах. Однак постійний розвиток технологій сприяє зниженню вартості та розширенню сфер використання алмазних інструментів.

Висновок:

Алмази є незамінним матеріалом в обробці завдяки своїй надзвичайній твердості та довговічності, що забезпечує високу точність і якість обробки. Сучасні методи синтезу дозволяють створювати ефективні інструменти для найскладніших виробничих задач. Хоча висока вартість і технологічні обмеження залишаються актуальними, алмазні технології продовжують розвиватися і відкривають нові можливості для промисловості майбутнього.

Перелік посилань

1. https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/diamond-tool
2. https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=1203

АНОМАЛЬНІ ЗИМИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

(Комунальний заклад освіти «Науковий Фізико-математичний ліцей Дніпропетровської обласної ради»)

Середняк Данило Борисович, учень 9 класу
***Науковий керівник*: Руденко Анастасія Валентинівна, доктор філософії, вчитель географії та біології**

Упродовж останні десятиліття у світі розповсюджується явище аномальних зим, тобто різки похолодання, нетипово теплі періоди, аномальні снігопади або взагалі їх відсутність. Тому метою дослідження було проаналізувати особливості аномальних зим, визначити їх наслідки у контексті сучасних кліматичних змін.

Для дослідження було проведено аналіз кліматичних показників:

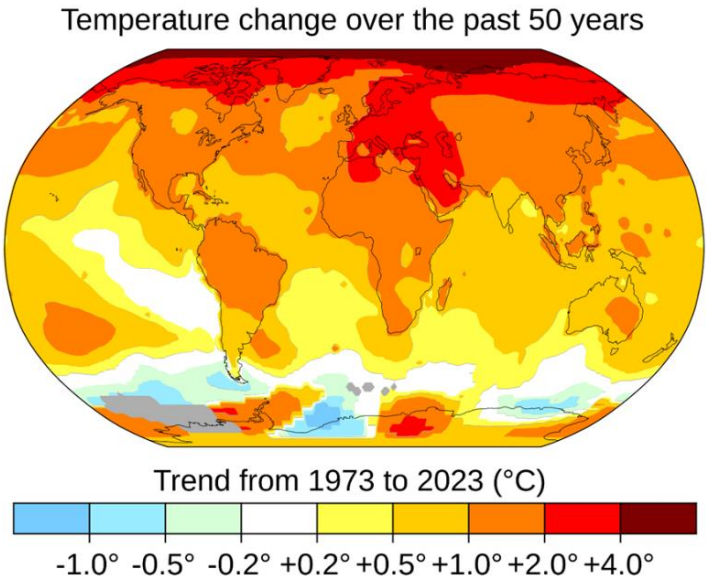


Рис. 1. Карта зміни температури протягом періоду 1973-2023рр

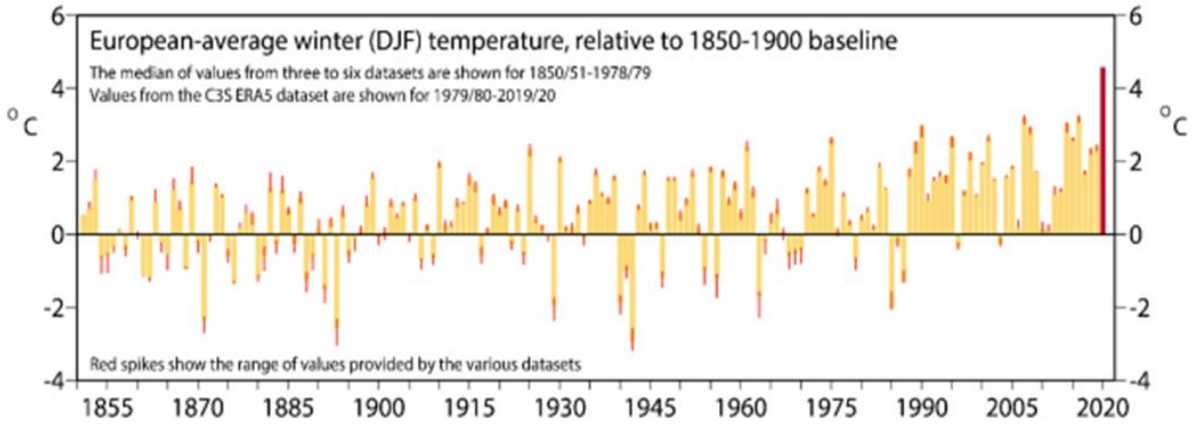


Рис. 2. Тенденція змінення температури повітря в Європі за останнє століття [1]

Зміни температури повітря більше всього виражені в північних широтах та біля суходолу. Порівняно з 1975р, середня температура повітря в 2020р на

2°C більше. Деякі зими першої половини двадцятого століття (1929-1930рр) були на 2°C теплішими ніж типові на ті часи зими. Деякі зими подібні або більшою мірою холодніші, ніж типові в періоді 1892-1893 та 1941-1942 років.

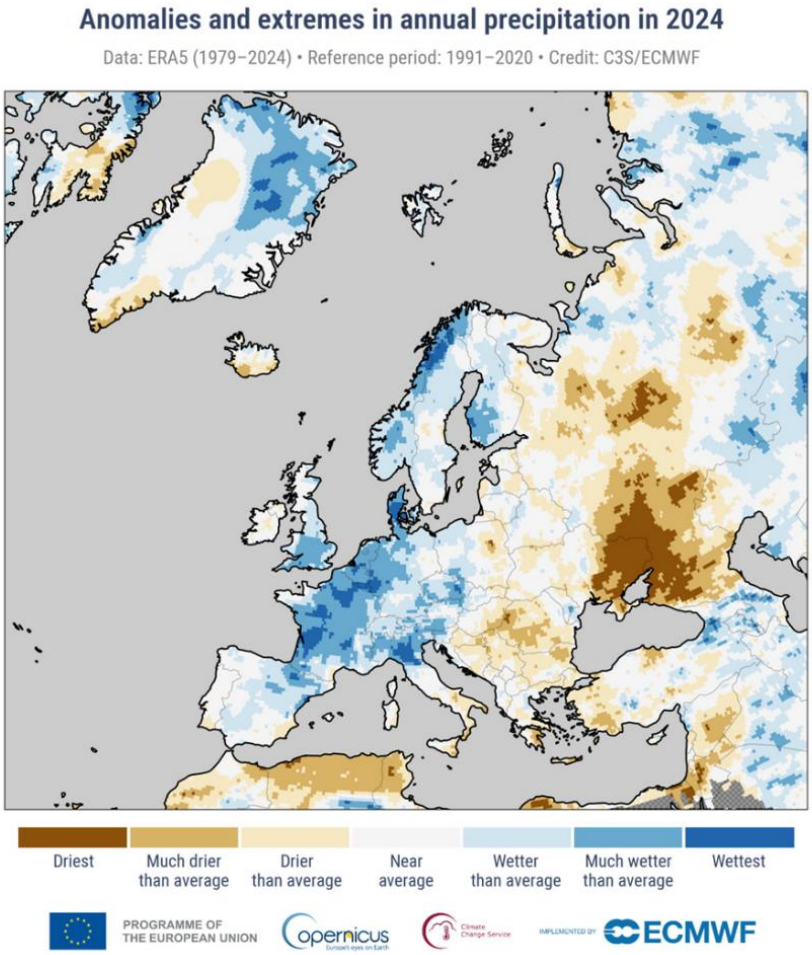
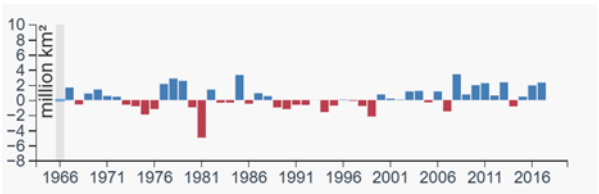
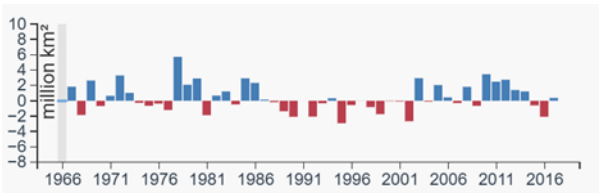


Рис. 3. Карта опадів 2024р порівняно з 1991-2020рр періодом

Зміни кількості опадів більше всього можна спостерігати на сході України, на берегах Середземного моря та в західній Європі. Для деяких регіонів західної Європі, від Іспанії до Італії в 2024 році була найбільша кількість дощів з 1979 року. Кількість опадів в 2024 році була більше середнього на 1.5% за даними ERA5, та на 5% вище середнього за даними E-OBS.

В грудні 1980р спостерігається найменша кількість снігового покриву за весь період, на 7 мільйонів км² менша ніж у середньому. А в лютому 1978р спостерігається найбільша кількість снігового покриву за весь період, на 6 мільйонів км² більше ніж у середньому.





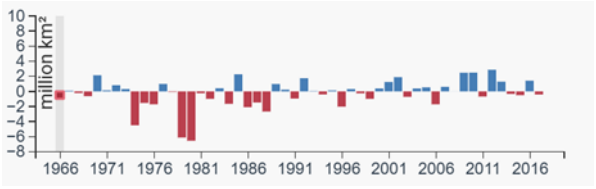


Рис. 4. Графікі зміни площі снігового покриву північної півкулі за зимові місяці [2]

За період з 1981 року по 2020 рік площа снігового покриву в травні зменшувалась на 3.7 ± 2.0 відсотка за десятиліття[3]. За той самий період площа снігового покриву в червні зменшилась на 15.5 ± 6.1 відсотка за десятиліття

Вплив кліматичних аномалій на сільське господарство. Головною проблемою аномально теплих зим для сільського господарства є передчасне пробудження рослин. Бо якщо після різкого потепління повертаються достатньо сильні морози, це може призвести до значних втрат врожаю.

Також раніше пробудження рослин може спричинити формування весняної посухи та зниження рівня ґрунтових вод у степовій зоні

Вплив на соціально-економічну та екологічну стабільність регіону. Тепла погода означає, що комахи, які переносять хвороби, можуть з'являтися раніше та в нових географічних районах. Різки перепади температур негативно впливають на здоров’я людини. Через раніше потепління або навпаки похолодання можуть бути змінені опалювальні сезони і через це зростає споживання та навантаження на енергосистему. Внаслідок деградації снігового покриву знижується вологість ґрунту що спричиняє посуху. А через це сухі рослини легко займаються й починаються лісові пожежі.

Отже аномальні зими це складне явище яке потребує систематичний моніторинг кліматичних змін, детальний аналіз цього явища є необхідним для розробки методів адаптації та мінімізації негативних наслідків

Перелік посилань

1. Copernicus Climate Change Service. Supplementary text for winter 2019/2020. URL: https://climate.copernicus.eu/sites/default/files/2020-03/Supplementary%20text%20for%20winter%202019_2020_0.pdf (дата звернення: 25.11.2025).

2. Snow cover duration / National Snow and Ice Data Center. URL: https://nsidc.org/data/soac/snow-cover-duration (дата звернення: 10.12.2025).

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ З НАНОМАТЕРІАЛАМИ

(Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей» Дніпропетровської обласної ради)

Самофал Максим Миколайович, учень
***Науковий керівник*: к.ф.-м.н., доц. Титаренко Валентина Василівна**

Робота присвячена дослідженню процесів формування композиційних електролітичних покриттів (КЕП) на основі нікелю, що містять частинки ультрадисперсного алмазу (УДА). Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки програмних режимів імпульсного струму для отримання покриттів із заданою мікроструктурою та рівномірним розподілом дисперсної фази, що значно покращує експлуатаційні властивості деталей.

Для проведення експериментів було розроблено програму імпульсного уніполярного струму. Досліджувався вплив параметрів електроосадження (постійний та імпульсний струм з частотою f=50 Гц та різною шпаруватістю Q =2, 12, 50) на розподіл частинок за розмірами. На основі отриманих РЕМ-зображень (Рис. 1) проаналізовано ступінь заповнення поверхні КЕП частинками УДА залежно від їх радіусу r(Рис.2).

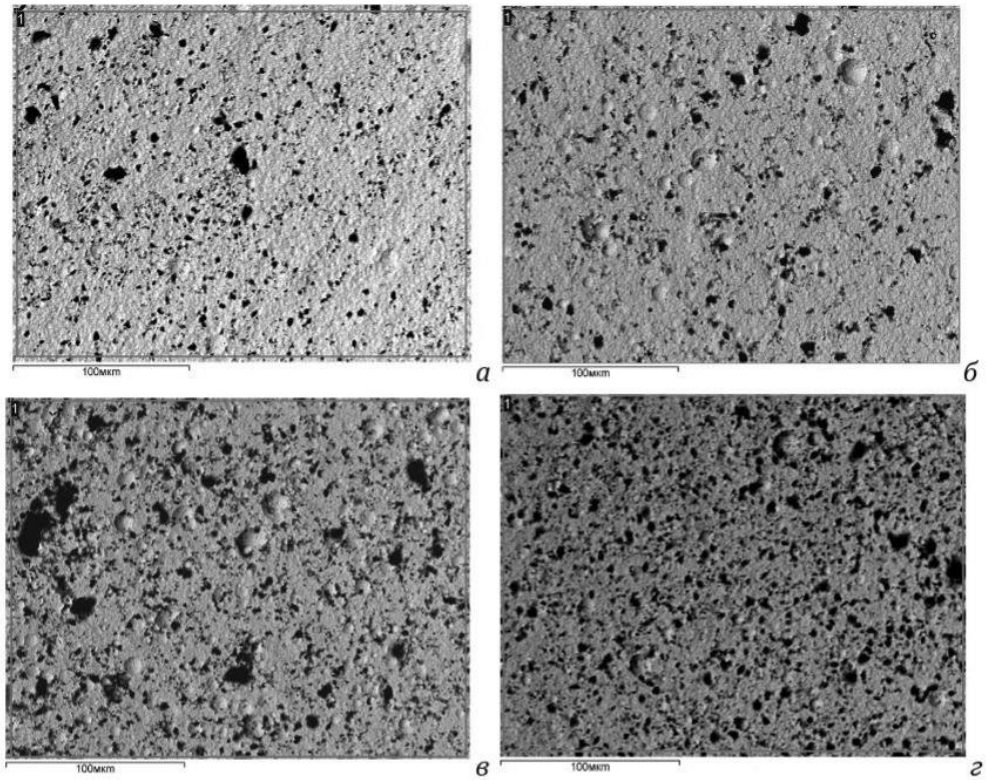


Рис.1. РЕМ-зображення композиційних нікелевих покриттів:
(а) постійний струм (j =100 А/м2); (б) імпульсний струм ($j_{сер}$=100 А/м2, f=50 Гц, Q=2; (в) імпульсний струм ($j_{сер}$=100 А/м2, f=50 Гц, Q=12);
(г) імпульсний струм ($j_{сер}$=100 А/м2, f=50 Гц, Q=50)

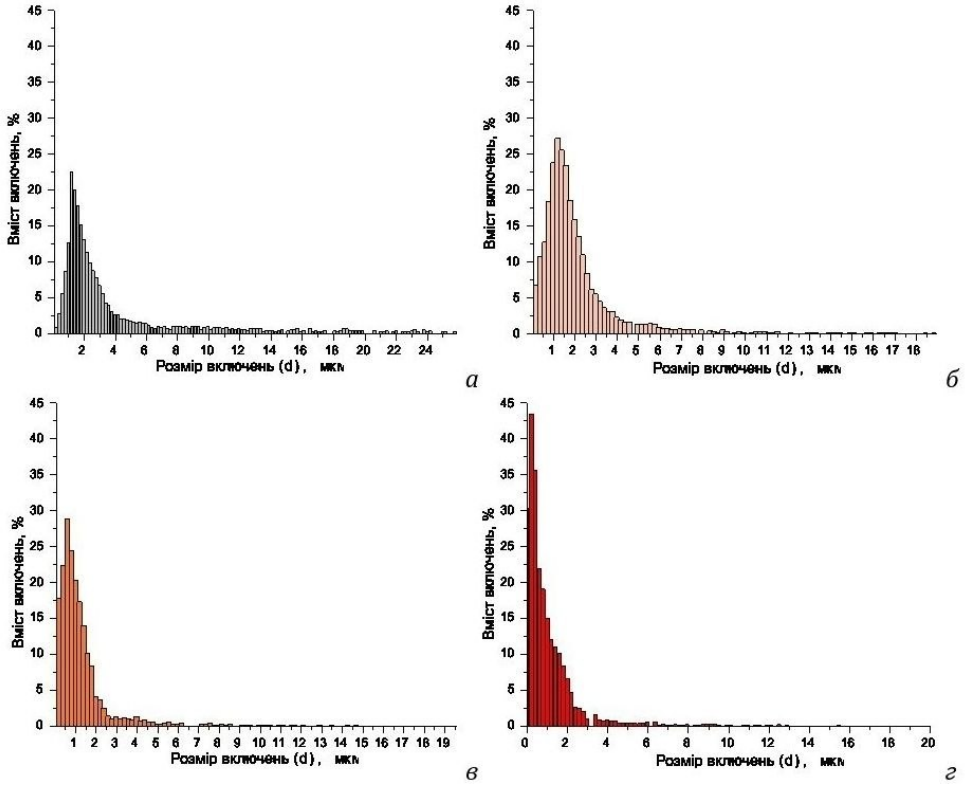


Рис.2. Залежність ступеня заповнення поверхні КЕП частинками УДА (n, %) від їх розміру (d, мкм) та режиму осадження:
(а) постійний струм (j=100 А/м2); (б) імпульсний струм (jсер=100 А/м2, f=50 Гц, Q=2; (в) імпульсний струм (jсер=100 А/м2, f=50 Гц, Q=12); (г) імпульсний струм (jсер=100 А/м2, f=50 Гц, Q=50)

Усі досліджені зразки характеризуються специфічним розподілом дисперсної фази, який описується функцією розподілу $n = a \cdot d^2 \cdot \exp(-c \cdot d^2) + b$. Виявлено суттєві відмінності залежно від режиму:

Сталий струм (j=100 А/м2): характеризується широким спектром розподілу часток за розмірами, де значна частина припадає на великі агломерати. Концентрація УДА в покритті є відносно низькою (0,11-3,48 % мас.).

Імпульсний струм (Q=2 та Q=12): забезпечує більш рівномірний розподіл. Зі збільшенням шпаковості спостерігається тенденція до подрібнення структурних елементів та зростання концентрації включень.

Імпульсний струм (Q=50): демонструє найбільш дисперсну структуру. При радіусі частинок r=0,01 мкм досягається максимальна концентрація дисперсної фази у покритті — до 13,09 % мас. , що є найвищим показником серед усіх режимів.

В роботі запропоновано математичну модель для розрахунку концентрації дисперсної фази, що враховує масу нікелю та включень. Встановлено, що імпульсні режими дозволяють ефективно керувати процесом кристалізації, запобігаючи надмірній агломерації наночасток.

Для практичної реалізації розроблено схему програмованого імпульсного струму (Рис. 3). Програма дозволяє задавати параметри пауз та імпульсів, що

забезпечує стабільність електрохімічних процесів та локалізацію теплового впливу безпосередньо у зоні формування покриття.

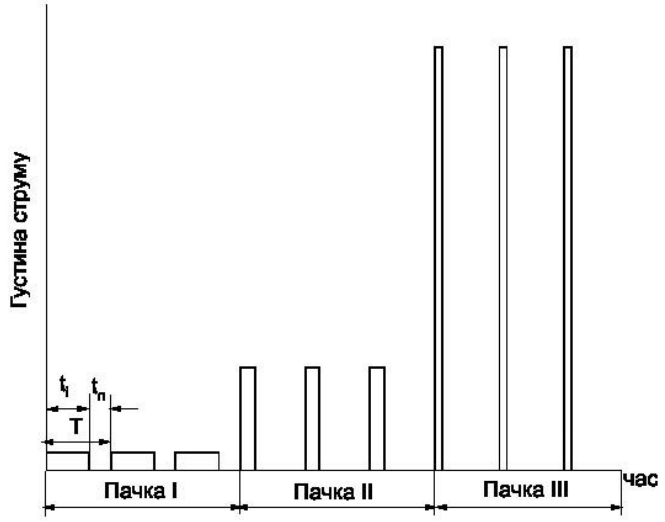


Рис.3. Схема програмованого імпульсного струму

Таким чином, у роботі досягнуто формування якісних композиційних нікелевих покриттів з регульованим вмістом наноалмазів. Оптимальні мікроструктурні показники та максимальна концентрація твердої фази реалізовані в режимі імпульсного струму з високою шпаковістю (Q=50), що підтверджує ефективність розробленого програмного підходу.

Перелік посилань

1. Burkat G.K., Fujimura T., Dolmatov V.Yu., Orlova E.A., Veretennikova M.V. Preparation of composite electrochemical nickel–diamond and iron–diamond coatings in the presence of detonation synthesis nanodiamonds. Diamond and Related Materials. 2005. V. 14. P. 1761–1764.

2. Feng Y., McGuire G.E., Shenderova O.A., Ke H., Burkett S.L. Fabrication of copper/carbon nanotube composite thin films by periodic pulse reverse electroplating using nanodiamond as a dispersing agent. Thin Solid Films. 2016. V. 615. P. 116–121.

3. Gheorghies C., Rusu D.E., Bund A., Condurache-Bota S., Georgescu L.P. Synthesis and characterization of nickel–diamond nanocomposite layers. Applied Nanoscience. 2014. V. 4. P. 1021–1033.

4. He X., Wang Y., Sun X., Huang L. Preparation and investigation of Ni–diamond composite coatings by electrodeposition. Nanoscience and Nanotechnology Letters. 2012. V. 4. P. 48–52.

5. Hansen I.P., Makdonald Y.R. Thery of Simple Liquids. London: Academic Press, 2003.

6. Isakov V.P., Lyamkin A.I., Nikitin D.N., Shalimova A.S., Solntsev A.V. Structure and properties of chromium–nanodiamond composite electrochemical coatings. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2010. V. 46. P. 578–581.

7. Kodandarama L., Krishna M., Narasimha Murthy H.M., Sharma S.C. Development and characterization of electrodeposited nickel-based composites coatings. Journal of Materials Engineering and Performance. 2011. V. 20(1). P. 34–40.

ECOHOUSING: ІНТЕРАКТИВНИЙ АТЛАС «ПРИХОВАНИХ» ЕКОЛОГІЧНИХ ЗОН МІСТА

КЗО «Науковий фізико-математичний ліцей» Дніпропетровської обласної ради; Комунальний позашкільний навчальний заклад «Мала академія наук учнівської молоді» Дніпропетровської обласної ради

Титаренко А.Є., учениця 11-А
***Науковий керівник*: Руденко А. В., вчитель географії та біології**

Вибір району проживання в місті часто виконується за ціною, транспортом і візуальними враженнями, тоді як екологічні ризики залишаються “прихованими”. Актуальність дослідження зумовлювалася тим, що екологічні відомості розміщені в різних джерелах і подані складно для звичайного користувача, хоча рішення про житло потребує простих пояснень та інтерпретацій. Метою роботи було створення сервісу, який перетворює просторові чинники ризику й переваг на наочну карту зон (зелена/жовта/червона), показує об’єкти, що формують ризик, та дозволяє порівнювати райони через рейтинг із поясненням причин.

Прототип EcoHousing реалізовано як Android-застосунок з інтерактивною картою (Google Maps), пошуком “місто/район”, переглядом зонування обраного району та рейтингом районів міста. Географічний зміст відображався двома класами об’єктів: маркерами (потенційні джерела впливу) та полігонами (зони). На відміну від ручного нанесення, маркери потенційної небезпеки у поточній концепції формувалися автоматично за допомогою LLM-модуля: модель отримувала перелік кандидатів-об’єктів із відкритих геоданих і виконувала їх нормалізацію (єдина категорія), визначення типу впливу (повітря/ґрунт/шум/вода) та рівня потенційної інтенсивності. Для зменшення помилок застосовувалася фіксована таксономія категорій та правила перевірки (обмежений набір класів і шаблонів), що відокремлювало “семантичне розуміння” від подальшого детермінованого розрахунку.

Побудову зон виконували алгоритмічно на основі правил впливу об’єктів. Для кожної категорії задавали параметри впливу: базові радіуси ризику та ваговий коефіцієнт; для лінійних об’єктів (магістралі) вплив обчислювали від лінії, для площинних (промислові території) — від контуру полігона, для точкових — від координати маркера. На наступному кроці будували буферні області навколо об’єктів, об’єднували перекриття в суцільні полігони та формували підсумкову карту, де червоні зони відображали максимальний ризик, жовті — перехідну/компромісну область, а зелені — території відносно сприятливих умов. Паралельно обчислювали пояснення: “чому виникла червона зона” як список найближчих/найвпливовіших об’єктів із відстанями та типом впливу, що робило результат інтерпретованим для користувача.

Для порівняння районів було запропоновано прозорий рейтинг за шкалою 0–100: зменшення балу залежало від частки червоної та жовтої зон у межах району й від близькості до найбільш значущих об’єктів, а за окремим переми-

качем враховувався “зелений бонус” за наявність і доступність зелених територій. У підсумку користувач отримував карту зон, короткий висновок “ризик: низький/середній/високий”, перелік причин із відстанями та рейтинг районів для обраного міста, що відповідало практичній меті зробити вибір житла більш обґрунтованим з погляду повітря та можливих ризиків забруднення ґрунтів.

Таким чином, у роботі було обґрунтовано та реалізовано прототип EcoHousing як інтерактивного атласу “прихованих” екологічних зон, у якому поєднано картографічне подання, автоматичне виявлення потенційно небезпечних об’єктів за допомогою LLM та алгоритмічне зонування з пояснюваним рейтингом районів, що підвищує доступність екологічної інформації для щоденного рішення про вибір місця проживання .

Перелік посилань

1. Bagkis E., Hassani A., Schneider P. та ін. *Evolving trends in application of low-cost air quality sensor networks: challenges and future directions*. npj Climate and

Atmospheric Science. 2025. Т. 8. Ст. 335. https://doi.org/10.1038/s41612-025-01216-4

2. EcoCity: Reborn // EcoCity. URL: https://reborn.eco-city.org.ua/ (дата звернення: 22.01.2026).

3. Google Maps Platform Documentation: Maps SDK for Android // Google for Developers. URL: https://developers.google.com/maps/documentation/android-sdk (дата звернення: 22.01.2026).

БЕЗПЕКА ПРАЦІ

ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ МЕТОДУ BOW-TIE ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕДАКТОРА BOWTIE-EDITOR-PRO

НТУ «Дніпровська політехніка»

Авчиннікова Альона Ігорівна, група АРм-25-1
***Науковий керівник*: Чеберячко Ю. І., професор кафедри охорони праці та цивільної безпеки**

Раннє розпізнавання ризиків, їх оцінка та керування ними дозволяє підприємствам своєчасно оцінювати, розробляти індивідуальні стратегії для подолання невизначеностей та заздалегідь впроваджувати заходи для пом'якшення, мінімізуючи їхній вплив на діяльність, або використовування цих ризиків на свою користь.

Метод «Краватка-метелик» (Bow-tie analysis) є одним з найвідоміших інструментів керування ризиками. Це візуальний спосіб опису та аналізу шляхів виникнення ризику від причин до наслідків, в якому використовується діаграма, що візуалізує причинно-наслідкові зв’язки «небезпека – небезпечна подія – наслідки» [1].

Розглянемо приклад використання методу Bow-tie для візуальної оцінки ризиків сценарію “Загроза вибуху та масштабної пожежі” за допомогою програмного середовища Bowtie-Editor-Pro (розробка НТУ ДП) [2].



Рис. 1 - Візуальний зразок небезпек на робочому майданчику

Проведемо аналіз можливого сценарію. Іскра від кабелю потрапляє в калюжу або на пари пального біля відкритої бочки — відбувається миттєве займання (спалах). Через розлиті на підлозі нафтопродукти вогонь швидко поширюється по всьому цеху. Захаращені проходи (кабелі, ящики на підлозі) унеможливлюють швидку евакуацію, що створює смертельну пастку для персоналу.

Імовірними наслідками є людські втрати через важкі термічні опіки та отруєння токсичними продуктами горіння, а також значні матеріальні збитки внаслідок повного знищення обладнання та конструкцій цеху. План запобіжних дій:

1. Ліквідація загроз: припинення робіт, відключення живлення, опущення вантажу, прибирання розливів мастила та пального, евакуація працівників.

2. Інженерні бар'єри: системи пожежогасіння та витяжки; піддони для бочок; захист кабелів; заміна драбин на безпечні підмости; ПЗВ на розетках.

3. Управління процесом: наряди-допуски на вогневі роботи; зачистка зони (5 м); маркування небезпек; система блокування живлення (LOTO) при ремонті.

4. Персонал: регулярні тренінги з пожежогасіння та навчання з використання ЗІЗ.

Для пом'якшення наслідків передбачено локалізацію аварії (тривога, вентиляція, стримування розливу бонами й піском) та захист персоналу й майна через чіткий план дій, аварійне освітлення і страхування.

Запропонована система заходів протидії розвитку цих небезпечних факторів, дозволяє узагальнити отримані результати та сформувати графічно-аналітичну модель для оцінки ризиків у вигляді наступної діаграми (Рис. 2), таблиці оцінки ризиків та матриці наслідків та ризиків.



Рис. 2 - Діаграма «Краватка-метелик» для центральної події «Вибух та масштабна пожежа»

Висновки. Використання редактора Bowtie-Editor-Pro дозволяє значно підвищити якість управління ризиками в складних технічних умовах та забезпечує візуалізацію повного ланцюга подій — від причин до наслідків — в одному графічному вікні.

Виконана оцінка ризику дозволила прийняти заходи щодо зниження небезпеки з критичного рівня (16-20) до прийнятного (3-8) за умови модернізації систем захисту (АСПГ, ізоляція, піддони), посилення контролю за допусками та проведення позапланових інструктажів.

Перелік посилань

1. ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику. К.: Мінекономрозвитку України, 2015. 74с. (Національний стандарт України).

2. Чеберячко Ю.І. Продукт професіонального аналізу ризиків: Bowtie-Editor-Pro /НТУ ДП/Курс дистанційного навчання/Управління безпекою, автономність та відповідальність в професійній діяльності/bowtie-editor-pro URI:https://do.nmu.org.ua/mod/resource/view.php?id=185825

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГІДРОТЕРМАЛЬНОГО РЕАКТОРА У ПЕРЕРОБЦІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ванжа Софія Олександрівна, група ЦБ-25-1 ІП
***Наукові керівники*: проф.: Чеберячко Юрій Іванович,**
ст. викл. Надточий Володимир Валентинович

Гідротермальний реактор працює в умовах, що потребують особливого контролю безпеки:

- високий тиск: робочий тиск пари становить від 1,5 до 8,0 бар, перевищення цих значень може призвести до аварійної розгерметизації або вибуху корпусу;
- термічна небезпека: температура в реакторі досягає +140°C, що створює ризики термічних опіків при контакті з поверхнями обладнання або у разі витоку пари;
- механічна небезпека: наявність рухомих частин, таких як скребок з електроприводом потужністю 7,5 кВт та коркові ворота з індивідуальними приводами.

Рекомендації щодо створення підсистеми безпеки

Підсистема безпеки має базуватися на обраному ПЛК та системі датчиків і мати наступні технічні заходи автоматичного захисту:

- контроль тиску пари: використання прецизійних датчиків для безперервного моніторингу тиску в реакторі (до 4 бар) та в магістралі подачі (до 8 МПа), у програмному забезпеченні (ПЗ) необхідно реалізувати алгоритм автоматичного закриття засувки подачі пари при перевищенні уставки;
- захист від надлишкового тиску: обов'язкове встановлення та автоматизація засувки скидання тиску, у системі передбачено окремі канали дискретного виводу для її швидкого відкриття;
- безпека завантаження /вивантаження: блокування роботи скребка та подачі пари при відкритих коркових воротах, контроль положення здійснюється за допомогою кінцевих вимикачів.
- захист двигунів: використання частотного перетворювача для плавного пуску та зупинки, що нівелює динамічні навантаження та запобігає аварійним режимам роботи.

Організаційно-технічні заходи:

- зниження рівня шуму: оскільки рівень шуму може досягати 100 дБ, необхідно впровадити шумопоглинаючу обшивку стін та шумозахисні екрани навколо джерел пари;
- візуалізація безпеки: використання АРМ оператора для миттєвого відображення аварійних станів (червона індикація при критичному тиску чи температурі).

Рекомендації для впровадження:

- програмна реалізація: впровадити в ПЛК алгоритми «Safety Instrumented Functions» (SIF) для автоматичного переведення реактора в безпечний стан у разі збою живлення чи інформаційного зв'язку;

- апаратна стійкість: забезпечити резервне живлення для контролера та датчиків через додаткові «смарт-блоки» живлення, щоб зберегти контроль над тиском навіть при відключенні основної мережі;

- моделювання ризиків: використовувати розроблену модель у Simulink для імітації аварійних ситуацій (наприклад, заклинювання засувки) та перевірки часу реакції системи захисту.

Перелік посилань

1. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17.

2. НПАОП 0.00-1.81-18. Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. Затв. Наказом Міністерства соціальної політики України 05.03.2018 № 333.

3. ДСТУ EN 61508-1:2019. Функційна безпека електричних/електронних/програмованих електронних систем, пов'язаних з безпекою. Частина 1. Загальні вимоги (EN 61508-1:2010, IDT).

4. ДСТУ EN ISO 12100:2016. Безпечність машин. Загальні принципи розрахунку. Оцінювання ризиків та зменшення ризиків (EN ISO 12100:2010, IDT).

5. ДСТУ 7238:2011. Система стандартів безпеки праці. Засоби захисту від статичної електрики. Загальні технічні вимоги.

7. YEMMAK. Hydrothermal Reactor HTR10: Technical Documentation and Safety Manual. URL: https://www.yemmak.com/

8. Чеберячко Ю.І., Надточий В.В. Особливості проектування підсистем безпеки в автоматизованих системах керування технологічними процесами харчової промисловості. Збірник тез доповідей науково-технічної конференції. Дніпро : НТУ «ДП», 2023. С. 45–47.

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дьяков Денис Вадимович, викладач
«Павлоградського фахового коледжу
НТУ «Дніпровська політехніка»
***Наукові керівники*: проф.: Чеберячко Юрій Іванович,**
ст. викл. Надточий Володимир Валентинович

На основі технологічної схеми визначено такі критичні фактори:

- вибухопожежонебезпека: зерновий та борошняний пил у суміші з повітрям утворює вибухонебезпечне середовище, найбільш небезпечними зонами є норії, бункери та змішувачі;
- механічна небезпека: наявність великої кількості шнеків, конвеєрів та подрібнювачів з потужними електроприводами;
- запиленість робочої зони: може призводити до професійних захворювань органів дихання та погіршення видимості, що підвищує ризик травматизму.

Рекомендації щодо підсистеми безпеки

Для забезпечення безпеки лінії виробництва комбікормів необхідно впровадити такі технічні рішення в систему автоматизації:

1. Технічні засоби функціональної безпеки:

- контроль аспірації: інтеграція датчиків тиску та потоку повітря в систему вентиляції. Автоматичне блокування роботи лінії при зупинці аспіраційних установок (для запобігання накопиченню пилу);
- захист від перегріву підшипників: встановлення датчиків температури на валах норій та змішувачів, при досягненні критичної температури система повинна автоматично вимкнути привід (запобігання ініціації вибуху пилу);
- датчики підпору: встановлення ємнісних або мембранних датчиків у самопливних трубах та норіях для виявлення заторів сировини, що часто стають причиною аварій та тертя;
- система аварійної зупинки: розміщення кнопок «Emergency Stop» вздовж усіх конвеєрних ліній та біля пульта керування.

2. Організація цивільного захисту та охорони праці:

- електростатична безпека: обов'язкове заземлення всього обладнання для запобігання іскроутворенню від статичної електрики (згідно з ДСТУ 7238:2011);
- вибухорозрядні пристрої: встановлення мембранних вибухорозрядників на бункерах та норіях, інтегрованих з датчиками їх розриву для оповіщення системи автоматизації.

Висновок

Впровадження запропонованої підсистеми безпеки дозволяє не лише автоматизувати процес дозування та змішування, а й створити захищений контур

керування, який нівелює «людський фактор» у виникненні техногенних аварій на комбікормових підприємствах.

Перелік посилань

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII.

2. НПАОП 15.0-1.01-88. Правила техніки безпеки і виробничої санітарії на підприємствах по зберіганню і переробці зерна.

3. ДСТУ EN 61241-10:2014. Електрообладнання для використання у присутності горючого пилу. Частина 10. Класифікація зон.

4. ДСТУ ISO 13849-1:2016. Безпечність машин. Деталі систем керування, пов'язані з безпекою. Частина 1. Загальні принципи проектування.

5. Надточий В.В., Чеберячко Ю.І. Застосування ризик-орієнтованого підходу при проектуванні АСУ ТП зернопереробних підприємств. Науковий вісник цивільного захисту. 2023. Вип. 4. С. 12–18.

ISO 28000:2022 ЯК СТРАТЕГІЯ СТІЙКОСТІ УКРАЇНСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Жуплєв Станіслав Сергійович, група ЦБ-25-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Муха Олег Анатолійович**

У глобалізованій економіці ланцюги постачання виконують роль життєво важливої системи, що підтримує функціонування держави та суспільства. Вони забезпечують безперервність виробництва, доступ до базових послуг та стабільність критичних секторів — енергетики, транспорту, медицини, продовольства, телекомунікацій і водопостачання. Будь-які порушення в цих мережах можуть спричинити каскадні ефекти, коли збій одного вузла призводить до масштабних наслідків на національному чи міжнародному рівні. Саме тому управління логістичними ризиками стає стратегічним завданням, що виходить за межі традиційної охорони активів.

Міжнародний стандарт ISO 28000:2022 пропонує системний підхід до організаційної безпеки. Його архітектура базується на циклі PDCA (Plan–Do–Check–Act), що забезпечує постійне вдосконалення системи управління. На етапі планування організація визначає контекст та загрози, формує політики; на етапі виконання впроваджує технічні та організаційні заходи; перевірка включає аудит, моніторинг показників ефективності та тестування; а коригування дозволяє адаптувати систему до нових викликів. Такий підхід гарантує динамічність та гнучкість управління ризиками.

Особливу цінність стандарт має для підприємств критичної інфраструктури, які працюють в умовах воєнного стану та постійних кіберфізичних загроз. Його інтеграція з іншими системами менеджменту - ISO 9001 (якість), ISO 14001 (екологія), ISO 45001 (охорона праці), ISO 31000 (ризики) та ISO 22301 (безперервність бізнесу) — формує єдину інтегровану систему управління. Це дозволяє уникати дублювання процесів, оптимізувати ресурси та забезпечувати комплексний захист як фізичних, так і інформаційних активів.

Морський та авіаційний логістичні сектори історично демонструють найвищий рівень відповідності та інституційної зрілості у питаннях імплементації ISO 28000. Цей феномен пояснюється глибоким ступенем регуляторного перекриття: ці індустрії вже багато десятиліть функціонують під тиском безкомпромісних міжнародних норм безпеки польотів та судноплавства.[33] Зокрема, обов'язкове виконання вимог Міжнародного кодексу з охорони суден і портових засобів (ISPS Code) створює міцний організаційний фундамент, що робить перехід морських портів до вимог ISO 28000 абсолютно органічним та значно менш ресурсоємним процесом. Крім того, ці сектори усвідомлюють свою безпрецедентну роль у світовій торгівлі, що конвертується у високий рівень сприйняття ризиків їхнім керівництвом.

У практичному вимірі ISO 28000:2022 поєднується з європейськими директивами NIS2 та CER, що регламентують кібербезпеку та управління ризика-

ми штучного інтелекту. Така синергія створює нову парадигму безпеки, де стійкість (resilience) розглядається як невід'ємний результат ефективної системи захисту. Це означає, що навіть у випадку неминучих збоїв організація зберігає здатність виконувати критичні функції.

Порівняння ISO 28000 із вузькоспеціалізованими стандартами, такими як TAPA чи C-TPAT, демонструє його стратегічну перевагу. Якщо TAPA орієнтований на фізичний захист складів і вантажів, а C-TPAT — на митну безпеку, то ISO 28000 охоплює весь спектр ризиків: від крадіжок і саботажу до кібератак, фінансових махінацій та природних катастроф. Це робить його універсальним інструментом для підприємств, що прагнуть забезпечити комплексну стійкість.

Для України актуальним є перехід від застарілого ДСТУ ISO 28000:2008 до міжнародної версії 2022 року. Це дозволить гармонізувати національну нормативну базу з сучасними вимогами та забезпечити відповідність європейським стандартам. Практичні кроки включають впровадження п'ятиетапної моделі управління кіберфізичними ризиками, розвиток децентралізованих форматів захисту логістичних хабів, використання зелених технологій та принципів «Build Back Better» для відновлення ланцюгів постачання.

Таким чином, ISO 28000:2022 стає не лише технічним стандартом, а й стратегічним інструментом формування стійкої логістики критичної інфраструктури. Його імплементація дозволяє поєднати безпеку та стійкість у єдину систему, що здатна протистояти сучасним викликам і забезпечити безперервність функціонування держави навіть у найскладніших умовах.

Перелік посилань

1. Supply Chain Resilience Standards Can Help Formulate Policy, https://riskandresiliencehub.com/supply-chain-resilience-standards-can-help-formulate-policy/
2. Supply Chain Security and AI Risk Governance Model for Critical Infrastructure under NIS2, CER, and CRA, https://www.acigjournal.com/Supply-Chain-Security-and-AI-Risk-Governance-Model-for-Critical-Infrastructure-under,211823,0,2.html
3. Integrating ISO 28000:2022 with Other ISO Standards: Implications ..., https://www.researchgate.net/publication/390954461_Integrating_ISO_28000_2022_with_Other_ISO_Standards_Implications_for_Supply_Chain_Governance
4. ISO 28000 Certification for Supply Chain Security - TÜV SÜD, https://www.tuvsud.com/en/services/management-system-certification/iso-28000
5. ISO 28000 Supply Chain Security Management System - Training Courses - PECB, https://pecb.com/en/education-and-certification-for-individuals/iso-28000

СТАЛИЙ РОЗВІТОК І ОХОРОНА ПРАЦІ: РОЛЬ СЕРІЇ ISO 4500X

НТУ «Дніпровська політехніка»

Зінченко Наталія Михайлівна, група ЦБ-25-1 ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., проф Чеберячко Сергій Іванович**

Сталий розвиток людства є однією з ключових парадигм сучасності, що поєднує економічні, соціальні та екологічні виміри розвитку. Його мета полягає у забезпеченні балансу між потребами нинішніх поколінь та можливостями майбутніх поколінь задовольняти власні потреби. Концепція сталого розвитку передбачає оптимальне використання природних ресурсів, соціальну справедливість, відсутність дискримінації та збереження довкілля. Вона стала основою для формування глобальних цілей ООН, ухвалених у 2015 році на період до 2030 року, які охоплюють 17 напрямів і 169 завдань. Серед них – подолання бідності та голоду, забезпечення якісної освіти, гендерної рівності, доступу до чистої води та енергії, гідної праці, економічного зростання, скорочення нерівності, захист екосистем суші та морських ресурсів, а також формування мирних і справедливих інституцій.

Досягнення цих цілей неможливе без впровадження міжнародних стандартів управління, які забезпечують системність, прозорість та ефективність діяльності організацій. Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) розробляє стандарти, що сприяють реалізації ЦСР, серед яких найбільш поширеними є ISO 9001 (системи управління якістю), ISO 14001 (екологічний менеджмент) та ISO 45001 (системи управління охороною здоров'я та безпекою праці). За даними ISO, саме ці три стандарти охоплюють майже 90% усіх сертифікованих підприємств у світі, що свідчить про їхню пріоритетність для бізнесу та суспільства.

Особливе значення має серія стандартів ISO 4500X, яка спрямована на створення безпечних умов праці та збереження життя і здоров'я працівників. Щодня у світі понад 7600 людей помирають від нещасних випадків або професійних захворювань, і саме тому технічний комітет ISO/TC 283 у 2013 році розпочав роботу над ISO 45001. Цей стандарт став базовим документом, що визначає вимоги до систем управління охороною праці та безпекою, а також містить настанови щодо їх застосування. Він допомагає організаціям запобігати травмам, знижувати ризики та постійно вдосконалювати показники діяльності у сфері охорони праці.

Подальший розвиток серії ISO 4500X включає нові документи, які деталізують та розширюють вимоги ISO 45001. Серед них – ISO 45002:2023 «Загальні настанови щодо впровадження ISO 45001:2018», ISO 45003 «Керування психосоціальними ризиками» та ISO 45005 «Загальні рекомендації щодо безпечної роботи під час пандемії COVID-19». Ці стандарти враховують сучасні виклики, пов'язані з пандеміями, психологічним здоров'ям працівників та необхідністю адаптації систем управління до нових умов. Вони є важливим інструментом для досягнення глобальних цілей сталого розвитку, адже забезпечують не лише фі-

зичну безпеку, а й психосоціальне благополуччя, що є невід'ємною складовою сталого суспільства.

Для України впровадження стандартів ISO 4500X має стратегічне значення. Переклад та адаптація цих документів українською мовою дозволяють підприємствам швидше інтегрувати міжнародні практики у власні системи управління, що сприяє реформуванню сфери охорони праці та підвищенню конкурентоспроможності національної економіки. Важливо, що стандарти ISO не лише встановлюють вимоги, а й формують культуру безпеки, яка базується на міжнародному досвіді та кращих практиках.

Таким чином, серія стандартів ISO 4500X є важливим інструментом реалізації концепції сталого розвитку та досягнення глобальних цілей ООН. Вона поєднує економічні, соціальні та екологічні аспекти розвитку, забезпечуючи створення безпечних і здорових умов праці, збереження довкілля та підвищення ефективності діяльності організацій. Для студентів та молодих фахівців знання про ці стандарти є необхідним ресурсом, що дозволяє зрозуміти сучасні тенденції у сфері охорони праці, управління ризиками та сталого розвитку, а також брати участь у формуванні безпечного та відповідального суспільства.

Перелік посилань:

1. Цопа В. Сталий розвиток людства, глобальні цілі ООН та розвиток серії стандартів ISO 4500X «Системи управління ОЗіБП» // Охорона праці. – 2023. – № 3. – С. 36–40.

УПРАВЛІННЯ ІНФЕКЦІЙНИМИ ЗАГРОЗАМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ КОРПОРАТИВНОЇ СТІЙКОСТІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Леонова Анастасія Олексіївна, група ЦБ-25-1 ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., проф Чеберячко Сергій Іванович**

Інфекційні захворювання залишаються однією з найсерйозніших загроз для сучасних організацій, адже вони здатні спричиняти масовий абсентеїзм, порушення ланцюгів постачання, падіння продуктивності та суттєві фінансові втрати. Пандемія COVID-19 продемонструвала вразливість навіть найбільш стійких компаній і стала поштовхом до розроблення міжнародного стандарту ISO 45006:2023, який доповнює вимоги ISO 45001 та надає практичні настанови щодо управління інфекційними ризиками. Цей документ охоплює дві категорії захворювань: ті, що становлять високий ризик для життя та здоров'я, як-от COVID-19, туберкульоз чи лихоманка Ебола, а також менш небезпечні, але поширені хвороби, які здатні паралізувати діяльність організації, наприклад сезонний грип чи норовірус. Важливо, що стандарт враховує системні чинники, такі як зміна клімату, міжнародні подорожі та висока щільність населення, які підвищують ймовірність поширення інфекцій.

Впровадження ISO 45006 має низку переваг. Воно забезпечує готовність та безперервність діяльності організацій навіть у період епідемій, захищає здоров'я працівників та інших зацікавлених сторін, зменшує втрати продуктивності та якості продукції, зміцнює корпоративну репутацію та довіру серед клієнтів і партнерів, а також знижує юридичні та фінансові ризики, пов'язані зі спалахами захворювань. Інвестиції у впровадження стандарту розглядаються не як витрати, а як стратегічний внесок у стійкість бізнесу та елемент корпоративної соціальної відповідальності й політики ESG.

Структура ISO 45006 побудована за циклом PDCA («Плануй – Виконуй – Перевіряй – Дій»). На етапі планування організація має ідентифікувати небезпеки та оцінити інфекційні ризики. Далі впроваджуються запобіжні та захисні заходи, після чого здійснюється моніторинг їхньої ефективності. Завершальний етап передбачає вдосконалення системи управління. Стандарт містить рекомендації щодо комунікації та участі працівників, психічного здоров'я та благополуччя, готовності до надзвичайних ситуацій, використання засобів індивідуального захисту та управління підтвердженими випадками інфекційних хвороб.

Особливу цінність становить синергія ISO 45006 з ISO 45001. Перший деталізує вимоги другого у сфері інфекційних ризиків, доповнюючи розділи «Планування» та «Діяльність» конкретними інструкціями щодо інфекційних агентів, включаючи шляхи передачі, тяжкість перебігу та безсимптомне поширення. Організації, які вже сертифіковані за ISO 45001, можуть інтегрувати ISO 45006 у свою систему управління охороною праці, підвищуючи її стійкість та релевантність. Це дозволяє перетворити абстрактні концепції на конкретні дії, що забезпечують реальний захист працівників і бізнесу.

Таким чином, ISO 45006 є стратегічним інструментом для забезпечення стійкості організацій у період епідемій та пандемій. Він перетворює охорону праці з формального обов'язку на важливий елемент корпоративної соціальної відповідальності та політики ESG. Впровадження стандарту сприяє збереженню навичок, набутим під час пандемії COVID-19, та гарантує готовність до майбу-

тніх викликів. Для студентів та молодих фахівців знання про ISO 45006 є важливим ресурсом, що допомагає зрозуміти сучасні тенденції у сфері охорони праці та управління ризиками, а також формує компетентність у питаннях безпеки та стійкості організацій.

Перелік посилань

1. Цопа В. Керування інфекційними ризиками в системі управління ОЗіБП згідно з ISO 45006 // Охорона праці. – 2025. – № 12. – Додаток. – С. 22–26.

МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ ПІД ЧАС РОЗСЛІДУВАННЯ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Моїсеєв Євген Олександрович, група ЦБм-25-1
***Науковий керівник*: Лісовицька І.А., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки; старший науковий співробітник лабораторії з безпеки життєдіяльності, інженерії та інших технічних досліджень (Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз)**

Обґрунтування теми: У процесі розслідування нещасних випадків на виробництві ключову роль відіграє встановлення технічного стану обладнання. Від правильності експертної оцінки залежить визначення причин аварії,встановлення відповідальності та запобігання подібним подіям у майбутньому.

Актуальність: Зростання рівня механізації та автоматизації виробництва підвищує ризик аварій у разі відмови обладнання. Тому актуальним є застосування науково обґрунтованих методик експертизи технічного стану для забезпечення безпеки праці.

Об’єкт дослідження: Процес експертного дослідження технічного стану виробничого обладнання.

Предмет дослідження: Методики, засоби та процедури оцінювання технічного стану обладнання під час розслідування нещасних випадків.

Одним із ключових етапів розслідування нещасних випадків на виробництві є експертиза з оцінки технічного стану обладнання, яку виконують кваліфіковані технічні експерти. Метою такої експертизи є встановлення технічних причин аварійних ситуацій та визначення впливу технічного стану обладнання на виникнення нещасного випадку.

Технічний експерт — це спеціаліст, що має технічні знання для оцінки обладнання або безпеки, але його висновок не завжди є процесуальним доказом. В процесуальному статусі часто фахівець у вузькій технічній сфері (промислова безпека, будівництво), який проводить огляди, технічний аудит, оцінку, але не завжди має право проводити судову експертизу. Оцінює стан об'єкта, відповідність технічним нормам (ДСТУ, ДБН), безпеку роботи обладнання для технічного звіту. Залучається на підставі договору з підприємством, фізичною особою, для аудиту тощо.

Технічні експерти у процесі дослідження:

- проводять обстеження машин, механізмів та обладнання з метою визначення їх фактичного технічного стану на момент події;
- застосовують інструментальні, візуальні та аналітичні методики контролю, спрямовані на виявлення дефектів, пошкоджень, зносу або відмов елементів обладнання;

- аналізують відповідність технічного стану обладнання вимогам нормативно-правових актів, стандартів та правил з охорони праці і промислової безпеки;

- оцінюють можливість безпечної експлуатації обладнання та визначають технічні фактори, що могли сприяти виникненню небезпечної ситуації;

- встановлюють причинно-наслідкові зв’язки між технічним станом обладнання та обставинами нещасного випадку;

- формують експертні висновки, які використовуються комісіями з розслідування для обґрунтування організаційних, технічних і профілактичних заходів.

Під час експертної цінки технічного стану обладнання використовують комбінацію візуально-вимірювальних методів, неруйнівного контролю (УЗД, магнітопорошковий, капілярний) та аналітичних методів (вивчення документації, аналіз причин відмов), щоб виявити дефекти, корозійний знос та несправності, які могли спричинити інцидент, оцінити залишкову працездатність та визначити причини аварії.

Основні методики та їх застосування:

Візуальний та вимірювальний контроль: Первинний огляд для виявлення видимих пошкоджень (тріщини, деформації, зношення, корозія). Використовується лінійка, штангенциркуль, мікрометр, лупа. Використовуеться для виявлення очевидних несправностей.

Не руйнівний контроль (НДК):

Ультразвукова дефектоскопія (УЗД): Пошук внутрішніх дефектів (тріщин, пор) у металі.

УЗД-товщинометрія: Вимірювання залишкової товщини стінок, оцінка корозійного зносу (котли, трубопроводи).

Магнітопорошковий контроль: Виявлення поверхневих/підповерхневих тріщин у феромагнітних матеріалах (сталь, чавун).

Капілярний контроль: Виявлення мікроскопічних поверхневих тріщин (для гладких поверхонь). Використовуеться для точної діагностики прихованих пошкоджень без руйнування зразка.

Механічні випробування (за потреби): Визначення міцності, твердості, пластичності матеріалів зразків (якщо можливо).

Аналіз документації: Вивчення паспортів обладнання, журналів ТО, актів ремонтів, інструкцій з експлуатації для встановлення дотримання правил та історії стану.

Експертні та діагностичні методики: Технічне діагностування: Комплексне визначення стану обладнання за спеціальними методиками (наприклад, за нормативними документами Держпраці).

Аналіз причин відмов (Root Cause Analysis): Визначення глибинних причин, що призвели до аварії, включаючи технічні та організаційні фактори.

Ці методи застосовуються для створення комплексної картини стану обладнання на момент аварії та встановлення причинно-наслідкового зв'язку між технічною несправністю та нещасним випадком.

Перелік посилань

1. Промтехдіагностика Рекомендації щодо експлуатації https://promtehdiagnostika.com.ua/rekomendatsiyi/7-osnovnykh-metodiv-analizu-tekhnichnoho-stanu-obladnannya#:~:text

2. О. А. Муха, І. А. Шайхлісламова, (2019) Експертне дослідження причинного зв'язку при організації робіт на виїмковій дільниці https://khrife-journal.org/index.php/journal/article/download/346/366/#:~:text=%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D0%B0%D0%B4%D0%BA

3. Постанова КМУ Про затвердження Порядку проведення технічного огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування під... від 26.05.2004 № 687 https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2004-%D0%BF/ed20040526

4. Стаття з газети дніпровського науково-дослідницького інституту судових ікспертиз Мінестерства Юстицій України (3 Жовтня 2024) Інженерно-механічна експертиза: Оцінка технічного стану та умови експлуатації машин і механізмів https://dniprondise.dp.ua/novini/inzhenerno-mexanichna-ekspertiza-ocinyuyemo-texnichnij-stan-ta-umovi-ekspluataci%D1%97-mashin-i-mexanizmiv#:~:text

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРЕДМЕТА ТА ОБ'ЄКТІВ СУДОВОЇ ЕКСПЕРТИЗИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Молодик Денис Ігорович, група ЦБм-25-1

***Науковий керівник*: Лісовицька І.А., к.т.н., доцент кафедри охорони праці та цивільної безпеки; старший науковий співробітник лабораторії з безпеки життєдіяльності, інженерії та інших технічних досліджень (Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз, м. Дніпро, Україна)**

У сучасному світі питання безпеки праці та життєдіяльності стоять надзвичайно гостро, оскільки порушення нормативних вимог може призвести до трагічних наслідків. Експертиза з дослідження причин та наслідків порушень вимог безпеки життєдіяльності та охорони праці є критично важливим інструментом у правовому полі, адже вона дозволяє встановити істину у випадках, коли стаються нещасні випадки на виробництві чи в побуті [1].

Судова експертиза з безпеки життєдіяльності (СЕБЖД) – є підвидом інженерно-технічної експертизи та проводиться після подання органом, який її призначив, матеріалів, оформлених згідно з вимогами процесуального законодавства та Інструкції про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень [2].

СЕБЖД проводяться з метою встановлення фактичних обставин подій, що відбулися та спричинили смерть людини або нанесення травм, як на виробництві, так і в побуті, а також з метою дослідження інших небезпечних чинників, дія або наявність яких не відповідає нормативним вимогам у цій галузі знань.

Специфіка СЕБЖД полягає в дослідженні взаємодії в антропоцентричній системі «людина - машина - середовище». На відміну від суміжних експертиз (автотехнічної чи пожежної), акцент у СЕБЖД робиться на системі захисту людини та дотриманні нормативних вимог.

Визначення предметної сфери судової експертизи безпеки життєдіяльності є фундаментальним питанням, оскільки саме предмет окреслює межі компетенції експерта та відмежовує його діяльність від функцій судово-слідчих органів. Предметна сфера СЕБЖД – це сукупність фактичних даних про обставини події (нещасного випадку, аварії), які встановлюються шляхом дослідження матеріальних та документальних джерел із застосуванням спеціальних знань у галузі охорони праці та промислової безпеки.

Таким чином, предметом судової експертизи з дослідження причин та наслідків порушень вимог безпеки життєдіяльності та охорони праці є:

- фактичні дані про нещасний випадок або аварію;
- стан умов праці чи іншої професійної діяльності;
- обставини виникнення небезпечного фактора;
- умови та порушення, що призвели до настання нещасного випадку.

Ці дані мають суттєве значення для вирішення справи, а їх виявлення базується на глибокому аналізі через призму спеціальних експертних знань у галузі БЖД. Практичне втілення предмета експертизи в кожному конкретному провадженні визначається колом питань, що ставляться на її вирішення, за умови, що вони мають безпосередній причинний зв'язок з основними обставинами, які підлягають доказуванню.

Предмет судової експертизи БЖД синтезує правові вимоги до доказування та науково-технічні закономірності безпеки, забезпечуючи об'єктивну реконструкцію обставин події.

Об'єкти СЕБЖД класифікуються за трьома компонентами:

- **матеріальні:** обладнання, засоби захисту (ЗІЗ), інструментарій;
- **документальні:** нормативно-правові акти (НПАОП), організаційно-розпорядчі документи та проєктно-технологічна документація;
- **об'єкти-процеси:** технологічні операції та дії учасників події.

Теоретичний фундамент експертизи базується на аналізі ланцюга представленого на рис. 1:



Рисунок 1 - Теоретична модель взаємодії в межах предмета

Експерт використовує наукові методи, такі як метод зворотного аналізу та прогностичне моделювання, щоб довести, що травма була закономірним наслідком технічного порушення, а не випадковим збігом. Таким чином, системний підхід до визначення предмета та об'єктів забезпечує об'єктивність висновку експерта як джерела доказів у судочинстві.

Підсумовуючи викладений матеріал, можна стверджувати, що СЕБЖД є складним та багатогранним процесом, який має чітко визначений процесуальний порядок та методологію.

Перелік посилань

1. Щербаковський М.Г. Предмет судової експертизи. *Форум права*. 2016. № 5. С. 199–203.

2. Інструкція про призначення та проведення судових експертиз та експертних досліджень та Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень: Наказ М-ва юстиції України від 08.10.1998 № 53/5 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

3. Алєксандров М.К. Судова експертиза: навчальний посібник. К.: НВТ «Правник», 2001. 156 с.

4. WikiLegalAid. URL: https://legalaid.wiki/index.php?title=Експертиза_безпеки_життєдіяльності&mobileaction=toggle_view_mobile.

РОЗВІТОК СЕРІЇ ISO 45000:ВІД БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ДО КОРПОРАТИВНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Приходько Софія Олександрівна, група ЦБ-25-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Столбченко Олена Володимирівна**

Сучасні виклики у сфері охорони праці та безпеки зумовлюють необхідність постійного вдосконалення міжнародних стандартів, які забезпечують системний підхід до управління ризиками та створення безпечних умов праці. Серія стандартів ISO 45000 є ключовим інструментом у цьому процесі, адже вона охоплює як базові вимоги до систем управління охороною здоров'я і безпекою праці, так і спеціалізовані рекомендації щодо окремих аспектів, таких як психосоціальні ризики чи інфекційні загрози. Розроблення та розвиток цієї серії здійснює технічний комітет ISO/TC 283, створений у 2013 році, який координує роботу міжнародних експертів та забезпечує узгодженість підходів у різних країнах.

У статті Віталія Цопи [1] розглянуто етапи розроблення стандартів ISO та інших видів публікацій, серед яких міжнародні стандарти, технічні специфікації, технічні звіти, загальнодоступні специфікації та угоди міжнародних семінарів. Кожен із цих документів має власну процедуру затвердження та термін дії, що дозволяє гнучко реагувати на потреби ринку та забезпечувати актуальність рекомендацій. Важливим є те, що процес створення стандартів передбачає досягнення консенсусу між експертами та комітетами-членами ISO, а остаточне затвердження відбувається лише після схвалення більш ніж 75% учасників голосування. Це гарантує високий рівень довіри до стандартів та їхню універсальність.

Особливу увагу приділено розвитку серії ISO 45000 у 2018–2022 роках. У цей період було опубліковано кілька важливих документів, серед яких ISO 45001:2018 «Системи управління охороною здоров'я і безпекою праці – Вимоги та рекомендації щодо застосування», ISO 45001:2018 «Навчальний посібник для малих організацій» та ISO/PAS 45005:2020 «Загальні рекомендації щодо безпечної роботи під час пандемії COVID-19». Ці стандарти стали основою для впровадження системного підходу до охорони праці та забезпечення готовності організацій до кризових ситуацій. Водночас розробляються нові документи, такі як ISO 45002 «Загальна настанова щодо впровадження ISO 45001:2018», ISO 45003 «Керування психосоціальними ризиками» та ISO 45004 «Настанова щодо оцінки виконання». Їхня поява дозволить розширити можливості організацій у сфері управління ризиками та підвищити ефективність систем охорони праці.
Важливим аспектом є переклад стандартів українською мовою до моменту появи відповідних ДСТУ. Це дає змогу українським компаніям раніше почати використовувати нові інструменти для систем управління охороною праці та сприяти реформуванню галузі на національному рівні. Адже стандарти ISO не лише встановлюють вимоги, а й формують культуру безпеки, яка базується на

міжнародному досвіді та кращих практиках. Для малих і середніх підприємств особливо важливими є практичні посібники, які пояснюють складні вимоги простими прикладами та допомагають адаптувати систему управління до реальних умов.

Таким чином, розвиток серії стандартів ISO 45000 є стратегічним напрямом у сфері охорони праці, що забезпечує інтеграцію міжнародних підходів у національні системи та сприяє формуванню безпечного робочого середовища. Для студентів та молодих фахівців знання про ці стандарти є важливим ресурсом, який дозволяє зрозуміти сучасні тенденції у сфері управління ризиками, підготуватися до практичної діяльності та брати участь у впровадженні інноваційних рішень у сфері охорони праці. Серія ISO 45000 демонструє, що охорона праці є не лише юридичним обов'язком, а й стратегічним інструментом забезпечення стійкості бізнесу та соціальної відповідальності організацій.

Перелік посилань:

1. Цопа В. Розвиток серії стандартів ISO 45000 у сфері управління охороною здоров'я і безпекою праці // Охорона праці. – 2021. – № 6. – С. 14–17.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Приходько Софія Олександрівна, група ЦБ-25-1
***Наукові керівники*: проф.: Чеберячко Юрій Іванович,**
ст. викл. Надточий Володимир Валентинович

Згідно з технологією виробництва сметани, основними джерелами небезпеки є:

- термічна небезпека: використання гарячої води та пари для пастеризації вершків (+90…+95°C), що створює ризик опіків при розгерметизації трубопроводів;

- хімічна небезпека: використання лужних та кислотних розчинів для CIP-мийки (Clean-in-Place) обладнання, потрапляння цих речовин на шкіру або в готову продукцію є критичною загрозою;

- біологічна небезпека: порушення температурних режимів сквашування може призвести до розвитку патогенної мікрофлори, що є загрозою харчовій безпеці споживачів;

- електрична небезпека: робота обладнання в умовах підвищеної вологості цеху.

Рекомендації щодо створення підсистеми безпеки

Підсистема безпеки повинна включати наступні компоненти:

1. Технічні заходи автоматичного захисту:

- контроль цілісності контуру охолодження: інтеграція датчиків тиску та витрати холодоагенту, при раптовому падінні тиску (витік) система повинна миттєво перекрити подачу та активувати аварійну вентиляцію;

- захист від «людського фактора» при мийці: програмне блокування відкриття люків резервуарів та запусків насосів подачі продукту під час циклу хімічної мийки;

- моніторинг критичних точок сквашування: використання прецизійних датчиків температури з дублюванням сигналу та захистом від завад, при відхиленні від графіка сквашування - автоматичне переведення сорочки резервуара в режим інтенсивного охолодження для «зупинки» процесу;

- аварійна сигналізація: встановлення світлозвукових оповіщувачів, що спрацьовують при виході параметрів тиску пари або рівня в танках за граничні межі.

2. Заходи охорони праці та цивільного захисту:

- електробезпека: застосування приладів з класом захисту не нижче IP65 та встановлення пристроїв захисного відключення (ПЗВ) на всі приводи мішалок і насосів;

- ергономіка АРМ оператора: налаштування графічного інтерфейсу (HMI) таким чином, щоб найбільш критичні параметри (температура сквашування, тиск у сорочці) були виділені та мали пріоритет у системі тривог;

Висновок

Впровадження автоматизованої підсистеми безпеки на лінії виробництва сметани дозволяє забезпечити стабільну якість продукції та мінімізувати ризики техногенного характеру, пов'язані з експлуатацією парового та холодильного обладнання в умовах харчового підприємства.

Список використаних джерел (рекомендований)

1. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюгу.

2. НПАОП 15.0-1.01-88. Правила техніки безпеки і виробничої санітарії на підприємствах молочної промисловості.

3. ДСТУ EN 60529:2018. Ступені захисту, що забезпечують оболонки (Код IP).

4. ДСТУ EN 61131-2:2017. Контролери програмовані. Частина 2. Вимоги до обладнання та випробування.

ЕВОЛІЦІЯ ТА МАЙБУТНЕ СТАНДАРТІВ ISO 4500 У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Рудь Віра Вадимівна, група ЦБ-25-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц.Столбченко Олена Володимирівна**

Сучасні виклики у сфері охорони праці та безпеки працівників потребують постійного вдосконалення міжнародних стандартів, які забезпечують системний підхід до управління ризиками та створення безпечних умов праці. Серія ISO 45000, розроблена технічним комітетом ISO/TC 283, є ключовим інструментом для організацій у всьому світі, адже вона охоплює як базові вимоги до систем управління охороною здоров'я та безпекою праці, так і спеціалізовані настанови щодо окремих аспектів, таких як психосоціальні ризики, інфекційні захворювання, дистанційна робота чи вплив кліматичних змін.

Базовим документом серії є стандарт ISO 45001:2018, який визначає вимоги до системи управління охороною праці та безпекою і надає організаціям можливість створювати безпечні та здорові робочі місця, запобігаючи виробничим травмам і захворюванням. Його застосування універсальне — незалежно від розміру чи сфери діяльності організації. Важливим доповненням став ISO 45001:2018/Amd 1:2024, що враховує ризики, пов'язані зі зміною клімату, та інтегрує їх у систему управління охороною праці.

Технічний комітет ISO/TC 283 розробляє та публікує стандарти ISO у сфері управління охороною здоров'я та безпекою праці й тим самим:



Рис. 1. Серія стандартів ISO 45000 «Управління охороною здоров'я та безпекою праці»

Подальший розвиток серії включає нові стандарти, які деталізують та розширюють вимоги ISO 45001. Серед них ISO 45002:2023, що містить загальні

настанови щодо впровадження ISO 45001; ISO 45003:2021, який регламентує управління психосоціальними ризиками та сприяє формуванню здорового робочого середовища; ISO 45004:2024, що встановлює процеси моніторингу та оцінювання результативності систем управління охороною праці; ISO/PAS 45005:2020, який надає рекомендації щодо безпечної роботи під час пандемії COVID-19; ISO 45006:2023, що визначає підходи до запобігання та управління інфекційними захворюваннями.

Окрему увагу заслуговують стандарти, які перебувають на стадії розроблення. Серед них ISO/DPAS 45007, що стосується ризиків, пов'язаних зі зміною клімату; ISO/CD 45008, який розробляє настанови щодо дистанційної роботи; ISO/DIS 45010, присвячений питанням жіночого здоров'я на робочому місці. Ці документи відображають сучасні тенденції та нові виклики, що постають перед організаціями у сфері охорони праці.

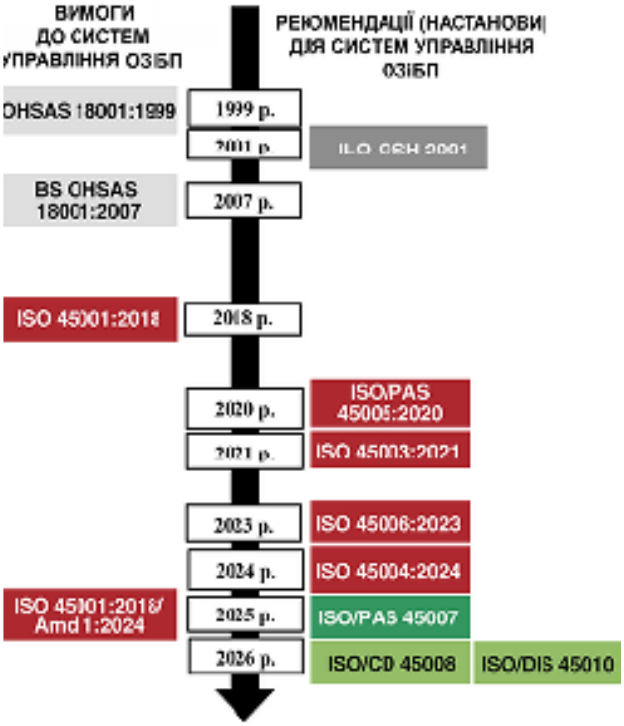


Рис. 2. Розвиток стандартів серії ISO 45000

Таким чином, серія ISO 45000 постійно розвивається, інтегруючи нові напрями та враховуючи глобальні виклики. Вона формує сучасну парадигму управління охороною праці, яка виходить за межі традиційних підходів і охоплює широкий спектр ризиків - від фізичних та інфекційних до психосоціальних і кліматичних. Для студентів та молодих фахівців знання про ці стандарти є важливим ресурсом, що дозволяє зрозуміти сучасні тенденції у сфері безпеки праці, підготуватися до практичної діяльності та брати участь у формуванні стійких і безпечних організацій.

Перелік посилань

1. Цопа В. Подальший розвиток стандартів серії ISO 45000 // Охорона праці. – 2025. – № 10. – С. 14–16.

ПРАВОВІ ЗАСАДИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Соколенко Олександр Павлович, група ХТ-25-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Столбченко Олена Володимирівна**

Хімічна промисловість є однією з найбільш небезпечних галузей економіки, що характеризується високим рівнем ризику виникнення аварій, пожеж, вибухів та негативного впливу на здоров'я працівників. Саме тому питання охорони праці в цій сфері мають особливе значення і регулюються широким спектром нормативно-правових актів України, а також міжнародними стандартами.

Система охорони праці в хімічній галузі України базується на Конституції України, Кодексі законів про працю, Законі України «Про охорону праці» та низці підзаконних актів. Важливу роль відіграють також нормативні документи Державної служби України з питань праці, Міністерства охорони здоров'я та Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Вони визначають вимоги до організації безпечних умов праці, проведення інструктажів, атестації робочих місць, забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

Особливе значення мають галузеві стандарти та правила безпеки, що регламентують роботу з токсичними, вибухонебезпечними та легкозаймистими речовинами. Наприклад, «Правила безпеки у виробництві, зберіганні та транспортуванні хімічних речовин» встановлюють вимоги до технологічних процесів, обладнання та систем контролю. Важливим є також дотримання санітарних норм, що регулюють гранично допустимі концентрації хімічних речовин у повітрі робочої зони.

Основою всієї системи є Закон України «Про охорону праці». Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на належні, безпечні та здорові умови праці. Для хімічної галузі ключовими також є: Кодекс цивільного захисту України: Регулює питання техногенної безпеки та захисту населення у разі аварій на хімічно небезпечних об'єктах. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»: Оскільки більшість хімічних підприємств підпадають під цю категорію, закон зобов'язує їх проводити ідентифікацію, декларування безпеки та розробку планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій (ПЛАС). Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»: Встановлює вимоги до гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у робочій зоні.

Підзаконні акти та галузеві нормативи (НПАОП). Центральне місце в регулюванні займають НПАОП - Нормативно-правові акти з охорони праці. Це правила, інструкції та регламенти, розроблені спеціально для конкретних процесів хімічного виробництва. До основних документів у цій категорії належать: НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»: Критично важливий документ, оскільки синтез багатьох хімічних сполук відбувається в автоклавах та реакторах під високим тиском.

НПАОП 24.0-1.01-10 «Правила охорони праці під час експлуатації виробництв з отримання та переробки магнієвих сплавів» (або аналогічні правила для конкретних підгалузей: виробництва хлору, азотної кислоти, пластмас тощо) НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»: Актуально для обслуговування колонних апаратів та естакад.

Україна поступово гармонізує свої нормативні акти з міжнародними стандартами, зокрема з вимогами ISO 45001 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці» та директивами Європейського Союзу. Це сприяє підвищенню рівня безпеки, інтеграції українських підприємств у світовий економічний простір та забезпеченню конкурентоспроможності продукції.

На практиці впровадження нормативних документів у хімічній галузі передбачає створення комплексних систем управління охороною праці, проведення регулярних аудитів, навчання персоналу та застосування сучасних технологій моніторингу небезпечних факторів. Важливим є також розвиток культури безпеки серед працівників, що включає усвідомлення ризиків та відповідальність за дотримання правил.

Таким чином, нормативні документи і акти охорони праці в хімічній галузі України формують багаторівневу систему захисту працівників, яка поєднує національні закони, галузеві стандарти та міжнародні вимоги. Їх ефективне застосування є запорукою зниження виробничих ризиків, збереження життя і здоров'я працівників та сталого розвитку хімічної промисловості.

Перелік посилань

1. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-XII.
2. Кодекс законів про працю України.
3. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use.
4. Директиви ЄС щодо безпеки праці в хімічній промисловості.
5. Правила безпеки у виробництві, зберіганні та транспортуванні хімічних речовин.

ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕПЮРАЦІЙНОЇ КОЛОНИ З ПОЗИЦІЙ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шапошникова Катерина Сергіївна, група ЦБ-25-1 ІП
***Наукові керівники*: проф.: Чеберячко Юрій Іванович,**
ст. викл. Надточий Володимир Валентинович

У статті розглянуто підхід до формування вимог до системи автоматизації технологічного процесу з позицій охорони праці. На прикладі епюраційної колони виробництва етилового спирту проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, недоліків існуючих систем керування та обґрунтовано необхідність впровадження нової автоматизованої системи як інструменту зниження професійних ризиків із урахуванням вимог міжнародних стандартів безпеки та надійності.

Сучасні технологічні процеси характеризуються підвищеним рівнем небезпеки, що обумовлено використанням високих температур, тиску та горючих речовин. Епюраційна колона є складним об’єктом керування, у якому відхилення технологічних параметрів можуть призводити до аварійних ситуацій. У зв’язку з цим спеціалісти з охорони праці аналізують технологічний процес як джерело небезпек і формують вимоги до систем керування з урахуванням ризиків для персоналу.

У процесі аналізу встановлено, що основними небезпечними факторами є підвищена температура обладнання, надлишковий тиск, наявність парів етилового спирту, а також ризик утворення вибухонебезпечних сумішей. Додатково слід враховувати електричні ризики, шум та теплове випромінювання. Сукупність цих факторів створює підвищену небезпеку для обслуговуючого персоналу.

Аналіз існуючих підходів до керування подібними об’єктами показав наявність суттєвих недоліків. Зокрема, значна частина операцій виконується вручну, що підвищує ймовірність помилок оператора. Відсутність безперервного контролю параметрів призводить до запізнілого виявлення відхилень, а недостатня інтеграція систем захисту не забезпечує належного рівня безпеки. Такі системи не відповідають сучасним вимогам охорони праці та міжнародним стандартам функціональної безпеки, зокрема IEC 61508 та IEC 61511.

Важливим етапом є формування вимог до нової системи автоматизації з урахуванням принципів ризик-орієнтованого підходу, закладеного в стандартах ISO 12100 (оцінка ризиків) та ISO 13849 (безпека систем керування машин).

Система повинна забезпечувати безперервний контроль температури, тиску, рівня та витрати з можливістю оперативного виявлення відхилень. Обов’язковим є впровадження функцій аварійного відключення, сигналізації та блокування небезпечних режимів роботи. Особлива увага приділяється зниженню впливу людського фактору шляхом мінімізації ручного керування та впровадження дистанційного контролю.

Таблиця 1 Основні вимоги до системи автоматизації з позицій безпеки праці

Група вимог	Зміст вимог
Контроль параметрів	Безперервний моніторинг температури, тиску, рівня, витрати
Функціональна безпека	Аварійне відключення, сигналізація, блокування небезпечних режимів
Надійність	Резервування критичних елементів, самодіагностика
Людський фактор	Мінімізація ручного керування, дистанційний доступ
Енергоефективність	Оптимізація режимів роботи обладнання

Окрему увагу необхідно приділити відповідності системи міжнародним стандартам, що регламентують безпечність і надійність.

Таблиця 2 Основні міжнародні стандарти для розробки систем автоматизації

Стандарт	Призначення
IEC 61508	Функціональна безпека електричних та електронних систем
IEC 61511	Безпека систем керування в процесній промисловості
ISO 12100	Оцінка ризиків та загальні принципи безпеки
ISO 13849	Безпека систем керування машин
IEC 60204-1	Електробезпека машин та обладнання

Використання зазначених стандартів дозволяє забезпечити системний підхід до управління ризиками та створення безпечних умов праці.

Очікується, що впровадження нової системи автоматизації дозволить значно підвищити рівень безпеки праці, знизити виробничі ризики та покращити умови роботи персоналу. Автоматизація у цьому випадку розглядається як ключовий елемент системи управління охороною праці.

Отже, формування вимог до систем автоматизації повинно здійснюватися з урахуванням аналізу небезпечних факторів, недоліків існуючих рішень та вимог міжнародних стандартів. Такий підхід дозволяє забезпечити комплексне підвищення безпеки виробництва та відповідність сучасним нормативним вимогам.

Перелік посилань

1. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.

2. IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.

3. IEC 61511 Safety instrumented systems for the process industry sector.

4. ISO 12100 Safety of machinery – General principles for design.

5. ISO 13849 Safety of machinery – Safety-related parts of control systems.

6. IEC 60204-1 Safety of machinery – Electrical equipment of machines.

ПІДСИСТЕМА БЕЗПЕКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВАКУУМ-АПАРАТУ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ-ПІСКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шапошникова Катерина Сергіївна, група ЦБ-25-1 ІП
***Наукові керівники*: проф.: Чеберячко Юрій Іванович,**
ст. викл. Надточий Володимир Валентинович

Виробництво цукру-піску є складним технологічним процесом, що включає використання високих температур, тиску та хімічних речовин. Вакуум-апарат ПУ-2А-0 (ВАЦ-60) є ключовим обладнанням у цьому процесі, але його експлуатація пов'язана з рядом небезпечних факторів, таких як високий тиск, температура, ризик вибуху та пожежі. У зв'язку з цим, розробка підсистеми безпеки для автоматизації вакуум-апарату є актуальним завданням для забезпечення безпеки праці та відповідності міжнародним стандартам.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

1. Механічні небезпеки:

- рухомі частини обладнання: вакуум-апарат має рухомі елементи (мішалка, засувки), які можуть стати причиною травм при недотриманні правил безпеки.

- транспортування сировини та продукції: ризик падіння вантажів або зіткнення з транспортними засобами.

Рекомендації:

- встановлення захисних огороджень навколо рухомих частин;

- використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): рукавиці, захисні окуляри, спецодяг;

- навчання персоналу правилам безпеки при роботі з обладнанням.

2. Хімічні небезпеки:

- контакт з вапном та діоксидом сірки: ці речовини використовуються для очищення соку і можуть спричинити опіки та подразнення дихальних шляхів;

Ризик утворення вибухонебезпечних сумішей: пил цукру та пари розчинників можуть стати джерелом вибуху.

Рекомендації:

- використання засобів індивідуального захисту: респіратори, маски, захисні окуляри;

- встановлення систем вентиляції для зменшення концентрації шкідливих речовин;

- регулярний моніторинг рівня шкідливих речовин у повітрі.

3. Термічні небезпеки:

- робота з гарячими поверхнями та рідинами: температура утфелю в апараті становить 68–75 °С, що може призвести до опіків;

- ризик ураження парою: пара, що утворюється під час випарювання, може спричинити опіки шкіри та дихальних шляхів.

Рекомендації:

- використання спеціального термостійкого одягу та взуття;

- встановлення захисних екранів навколо гарячих поверхонь;
- навчання персоналу правилам роботи з гарячими матеріалами.

4. Електричні небезпеки:

- ризик ураження електричним струмом: робота з електричним обладнанням та системами керування може призвести до ураження струмом;

Рекомендації:

- регулярна перевірка та технічне обслуговування електричного обладнання;
- використання ізольованих інструментів та ЗІЗ;
- встановлення систем заземлення та захисту від короткого замикання.

5. Пожежо- та вибухонебезпеки:

- наявність пилу цукру: пил цукру може стати вибухонебезпечним при певних концентраціях;
- використання легкозаймистих матеріалів: розчинники та мастила можуть стати джерелом пожежі.

Рекомендації:

- встановлення систем автоматичного пожежогасіння та детекторів диму;
- регулярне очищення приміщень від пилу;
- забезпечення належної вентиляції та уникнення накопичення статичної електрики.

Розробка підсистеми безпеки

1. Функціональна безпека відповідно до IEC 61508 та IEC 61511 - для забезпечення функціональної безпеки системи автоматизації вакуум-апарату необхідно впровадити наступні заходи:

- безперервний моніторинг критичних параметрів: температура, тиск, рівень витрат пари;
- аварійне відключення: автоматичне відключення обладнання при виході параметрів за допустимі межі;
- сигналізація та блокування небезпечних режимів: Впровадження систем попередження та блокування при виникненні аварійних ситуацій.

2. Заходи з пожежної безпеки:

- встановлення пожежних вогнегасників у виробничих приміщеннях;
- автоматичні системи пожежогасіння для швидкого реагування на загоряння;
- евакуаційні плани та тренування персоналу з пожежної безпеки.

3 Захист персоналу:

Використання ЗІЗ: Рукавиці, окуляри, респіратори, спецодяг.

- навчання персоналу правилам безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях;
- регулярні медичні огляди працівників для запобігання професійних захворювань.

Висновки

Розробка підсистеми безпеки для автоматизації вакуум-апарату ПУ-2А-0 (ВАЦ-60) дозволяє мінімізувати ризики, пов’язані з експлуатацією обладнання,

та забезпечити відповідність міжнародним стандартам безпеки. Впровадження запропонованих заходів сприятиме підвищенню рівня безпеки праці на підприємстві та захисту персоналу від небезпечних виробничих факторів.

Рекомендації для впровадження підсистеми безпеки:

1. Впровадити автоматизовані системи контролю за критичними параметрами (тиск, температура, витрати пари).

2. Організувати регулярні навчання персоналу з питань безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях.

3. Встановити системи автоматичного пожежогасіння та детектори диму.

4. Забезпечити персонал засобами індивідуального захисту та контролювати їх використання.

5. Провести аудит безпеки для оцінки ефективності впроваджених заходів.

Перелік посилань

1. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання.

2. IEC 61508 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems.

3. IEC 61511 Safety instrumented systems for the process industry sector.

4. ISO 12100 Safety of machinery – General principles for design.

5. ДСТУ 7234:2011 Дизайн і ергономіка. Обладнання виробниче. Загальні вимоги дизайну та ергономіки.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ, БІОЛОГІЇ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

АДАПТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІТОМАЙНІНГУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ҐРУНТОВО-АНТРОПОГЕННИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОМИСЛОВОЇ ЗОНИ КРИВОРІЖЖЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Багдасарян Аркадій Гарегінович, група 183-24м-1 ІП
***Науковий керівник:* д.т.н., проф. Яковишина Тетяна Федорівна**

Видобування і переробка корисних копалин за умов мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище є стратегічно важливим напрямом, що передбачає сталий розвиток в Україні. Шкода від підприємств гірничо-металургійного комплексу, насамперед, пов'язана з утворенням широких ареалів концентрації небезпечних сполук важких металів в ґрунтах, з подальшою їх можливою міграцією в суміжні середовища шляхом пилення – в атмосферне повітря, або при вимиванні з ґрунтового профілю – в ґрунтові води, зумовлюючи високий ступінь екологічної небезпеки для населення техногенно навантажених регіонів, до яких відноситься і Криворіжжя.

На компактній території Криворізького залізорудного басейну, яка охоплює близько 100 км у довжину та 5-15 км у ширину, з кінця XIX століття ведеться активний видобуток та переробка залізної руди найбільшими гірничо-металургійними підприємствами Європи [1]. Згідно даних Держстату щороку в Кривбасі видобувається від 95 до 105 мільйонів тон руди, з якої виробляють 60-70 мільйонів тон збагаченого концентрату, виплавляють 5-6 мільйонів тон чавуну і 6-7 мільйонів тон сталі. Масштабність та тривалість виробництва у часі при недосконалості існуючих технологій, застарілих систем очищення викидів забруднюючих речовин, непередбачувані ситуації, пов'язані з війною в Україні, а також порушення природоохоронних норм різних періодів часу призвело до накопичення важких металів у ґрунтах Криворіжжя, де, станом на сьогодні, вже сформувалася виражена антропогенна геохімічна аномалія, яка є потужним джерелом екологічної небезпеки для населення регіону. Існуюча екологічна проблема потребує кардинального вирішення, а саме вилучення важких металів, що може бути здійснено за допомогою технології фітомайнінгу, яка спрямована на досягнення сталих природоохоронних ефектів та розвитку зеленої економіки.

Метою роботи було адаптувати технологію фітомайнінгу важких металів з урахуванням ґрунтово-антропогенних особливостей утвореної аномалії для кардинального вирішення проблеми забруднення ґрунтів Криворіжжя.

Забруднення ґрунтів Криворіжжя важкими металами можна віднести до високого, адже перевищення ГДК за валовим вмістом становить для Cu – 4,35, Zn, Pb – 9,17 та Cd – 4,68 раз, а для рухомих форм – Cu – 9,70, Zn, Pb – 7,02 та Cd – 11,58 раз [1]. В умовах техногенного забруднення Криворіжжя рухомість знаходилась на рівні: для міді – 8,88-15,53%; цинку – 9,58-18,08%; свинцю – 3,61-4,89%; кадмію – 20,75-57,80%; нікелю – 11,92-26,39%, в той час як в нативних умовах у чорнозему звичайного – 1,05%; 2,73%; 0,45%; та 22,64% відповідно. Високі значення рухомості важких металів за умов значного рівня забру-

днення обґрунтовували необхідність проведення фітомайнінгу. В послідуючому при щорічному повторенні технології фітомайнінгу підтримку рухомості важких металів слід забезпечити за допомогою ефектору фітоекстракції – ЕДТА, корегуючи його дозу внесення залежно від наявного валового вмісту металів-токсикантів.

Зважаючи на спектр забруднення ґрунтів Криворіжжя можна рекомендувати використовувати для фітоекстракції важких металів наступні рослини-гіперакумулятори: *Alyssum murale*, *Alyssum corsicum*, *Streptanthus polygaloides, Haumaniastrum katangense, Thlaspi caerulescens, Thlaspi rotundifolium*. Їм притаманні значення коефіцієнту концентрації та тканинного коефіцієнту вище за одиницю, вони здатні пристосовуватися до нестачі зволоження та низького рівня мінерального живлення, що є характерним для порушених ґрунтів з високим рівнем техногенного навантаження. За умов зосередження їх у верхньому шарі ґрунту (0-10 см) при виносі металів до значення ГДК з кожного га може бути отримано Zn – до 964,1 кг; Cu – 217,5; Pb – 600,0 і Cd – 14,1 кг еквівалентно початкового рівня забруднення. Економічний ефект, розрахований за вартістю металів буде становити 24,23 тис. дол з га за цінами Лондонської біржі металів.

Таким чином, встановлено, що сформовані геохімічні умови забруднення важкими металами ґрунтів Криворіжжя є прийнятними для впровадження технології фітомайнінгу, насамперед, через їх високу рухомість отже доступність для рослин-гіперакумуляторів. Доведено, що формування із потенційних запасів валового вмісту високого але прийнятного для рослин пулу, здатних до поглинання кореневою системою рослин важких металів, може бути досягнуто за додаткового використання ЕДТА, як ефектору фітоекстракції. Обґрунтовано використання місцевих рослин-гіперакумуляторів за умов стимулювання їх росту для сталості виносу металів-забруднювачів з ґрунту і скорочення строків його відновлення. Визначено високий природоохоронний потенціал від впровадження технології фітомайнінгу, який дозволить кардинально вирішити проблему відновлення забруднених важкими металами ґрунтів, надасть можливість щодо їх повторного залучення у виробництво та дозволить отримати енергію при спалюванні біомаси рослин-фітоекстракторів.

Перелік посилань

1. Гришко В.М., Сищиков Д.В., Піскова О.М., Данильчук О.В., Машталер Н.В. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека. Донецьк: Донбас. 2012. 303 с.

2. Yakovyshyna T., Nester A., Salamon I., Dzhumelia E., Hrypynska N., Seleznov D. Integrated technology of cadmium phytoextraction for soils of urban ecosystems. Journal of Ecological Engineering. 2026, 27(4). P.421–431. (https://doi.org/10.12911/22998993/215510)

3. Minuț M., Petronela C., Roșca M., Vasilachi I.C., Hlihor R., Diaconu M., Gavrilescu M. Recovery of valuable heavy metals from polluted soil using phytomining process – a new challenge for earning secondary raw materials and health risk reduction. The 9th IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering. 2021. P.1-4. (https://doi.org/10.1109/EHB52898.2021.9657624).

ТЕХНОЛОГІЯ ФІЗИЧНОЇ РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ДЛЯ УМОВ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНОГО ПРИДНІПРОВ'Я

НТУ «Дніпровська політехніка»

Багдасарян Артаваз Сергійович, група 183-24м-1 ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., проф. Яковишина Тетяна Федорівна**

Забруднення ґрунтів важкими металами є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності, яка особливо актуальна для промислових районів гірничо-металургійного комплексу Придніпров'я, де рівень вмісту важких металів значно перевищує природний геохімічний фон. Стрімкий розвиток індустрії, видобувної промисловості, металургії, енергетики та транспорту спричиняє утворення геохімічних аномалій навколо міст Придніпровського регіону, таких як Дніпро, Кривий Ріг, Кам'янське, де вміст Pb, Zn, Cu, Cd, Ni перевищує ГДК в десятки разів. Висока міграційна здатність цих токсичних елементів у навколишньому середовищі погіршує ситуацію, створюючи серйозну загрозу для екологічної безпеки [1].

На цьому тлі особливу актуальність набувають пошуки ефективних технологій для ремедіації забруднених ґрунтів. Мета роботи полягала у пошуку кардинального вирішення проблеми, а саме – усунення забруднення з досягненням тривалого екологічного результату при мінімальних економічних затратах. Серед фізичних методів особливий інтерес викликають підходи, спрямовані на видалення або ізоляцію токсичних елементів, наприклад, вимивання їх у нижні горизонти ґрунту. При зростаючому антропогенному впливі та обмеженості доступних земельних ресурсів відновлення екологічних функцій ґрунтів стає стратегічним завданням для держави.

Адаптацію технології фізичної ремедіації ґрунту проводили для умов порушеного в результаті антропогенної діяльності урбанозему м. Дніпро, який знаходився в зоні активного забруднення південно-західної групи заводів.

Проведена оцінка ступеня екологічної небезпеки показала невідповідність при встановленні категорій за валовим вмістом – слабке забруднення та рухомими формами – сильне забруднення при нормуванні за фоновою концентрацією та ГДК за умов визначального антропогенного впливу збагачення ґрунту важкими металами.

Низький екологічний ризик для людини і довкілля був встановлений для поелементного забруднення за валовим вмістом для всіх важких металів, в той час як за їх рухомим формами – відносно Pb визначався як дуже високий, Cd, Zn та Cu – помірний і тільки для Ni – низький екологічний ризик. За сукупною дією важких металів при врахуванні поліелементного характеру забруднення екологічний ризик для валового вмісту був низьким на відміну від рухомих форм – високий екологічний ризик.

Варто зазначити, що реальну загрозу для екологічної системи становлять саме рухомі форми, оскільки вони здатні як мігрувати у межах ґрунтового про-

філю, так і засвоюватися корінням рослин, накопичуватися в їх біомасі та потрапляти до трофічних ланцюгів []. Високі значення показників рухомості та потенційної рухомості токсикантів, давали змогу стверджувати про значну мобільну здатність катіонів важких металів, що підтверджує доцільність вибору промивання ґрунту, як найбільш ефективного методу фізичної детоксикації. Прибравши із кореневмісного шару здатні до рухомості сполуки важких металів можна суттєво знизити рівень екологічної небезпеки.

Детальний аналіз ґрунтового профілю урбанозему дав змогу встановити, що порівняно із зональним ґрунтом – чорноземом звичайним, втручання людської діяльності призвело до збіднення органіки у верхньому шарі за умов високого вмісту карбонатів у вигляді білозірки та псевдоміцелію в перехідному горизонті та материнській породі, а це, в свою чергу, дозволяє визначити глибину вимивання важких металів в межах ґрунтового горизонту Phk – 70-165 см.

Досліджуваний урбанозем м. Дніпро знаходився в зоні недостатнього зволоження, за умов коли атмосферні опади потрапляють до ґрунту в такій кількості, яка є недостатньою для промочування ґрунтового профілю і потрапляння їх у ґрунтові води, що є характерним для непромивного типу водного режиму території Північного Степу України. Отже переміщені нижче кореневмісного шару, важкі метали не будуть виступати джерелом екологічної небезпеки внаслідок недостатньої кількості вологи на їх подальше вимивання в ґрунтові води.

Аналіз річного розподілення кількості атмосферних опадів дав змогу визначити оптимальні строки проведення для промивання ґрунту, забрудненого важкими металами для урбаноземів промислової зони м. Дніпро. Незважаючи на пік атмосферних опадів, який припадає на травень-червень, найбільш сприятливим періодом для проведення фізичної ремедіації буде друга половину квітня, як місяць що передує піковому значенню кількості атмосферних опадів при низьких втратах ґрунтової вологи через випаровування для забезпечення запобіганню невиробничих втрат води промивних норм.

Згідно результатів розрахунків промивні норми води для вимивання важких металів мали становити 86 л на м^2, що відповідало нормі атмосферних опадів в 86 мм. Промивна норма в1,5 рази перевищувала середнє багаторічне значення кількості опадів за квітень, при мінімальному значенні за столітню виборку – 1,5 мм та максимальному значенні – 119,8 мм. Промивна норма має бути внесена в три етапи потягом 6-8 годин для імітації зливового дощу. В останню норму пропонувалось додати карбонат калію в дозі, яка відповідає еквівалентної кількості, необхідній для зв’язування катіонів металів в слабко розчинні сполуки для надійного блокування між кореневмісним шаром та ґрунтовими водами.

Увагу також слід приділити якості промивної води, вона не має містити небезпечних домішок. Перед її використанням доцільно провести хімічний аналіз, звертаючи увагу на її солоність, pH, сполуки важких металів.

Підсумовуючи вище викладене слід зазначити, що розробка наукових основ адаптації технології фізичної ремедіації ґрунту шляхом вимивання з нього важких металів з подальшим їх надійним закріпленням нижче кореневмісного шару з врахуванням природно-кліматичних та техногенних особливостей При-

дніпровського регіону, має велике науково-практичне значення для успішної роботи гірничо-металургійного комплексу, адже може виступати передумовою забезпечення екологічної безпеки населення за умов раціонального використання природних ресурсів для досягнення сталого розвитку, що є амбітною ціллю України.

Перелік посилань

1. Koul B., Taak, P. In situ soil remediation strategies. Biotechnological strategies for effective remediation of polluted soils. 2018. Vol. 11. pp.

2. Sanchez-Castro I., Molina L., Prieto-Fernandez M.A., Segura A. Past, present and future trends in the remediation of heavy-metal contaminated soil – remediation techniques applied in real soil-contamination events. Heliyon. 2023. 27;9(6):e16692. (https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16692).

3. Yakovyshyna T., Nester A., Pashechko M., Kalda G., Sokolan J., Piegdon I. Specificities of considering migration capability of heavy metals in assessing ecological hazard of polluting soils of urban ecosystems. Journal of Ecological Engineering, 2025, 26(4), P. 37–44. (DOI https://doi.org/10.12911/22998993/199525)

БІОКРАСТОВІ МІКРООРГАНІЗМИ ПРОМИСЛОВОГО ВІДВАЛУ «ПЕТРОВСЬКИЙ» ПРАТ «ЦГЗК» М. КРИВИЙ РІГ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Богун Аліна Сергіївна, група 091-23-1
***Науковий керівник:* д.т.н., проф. Ковров Олександр Станіславович**

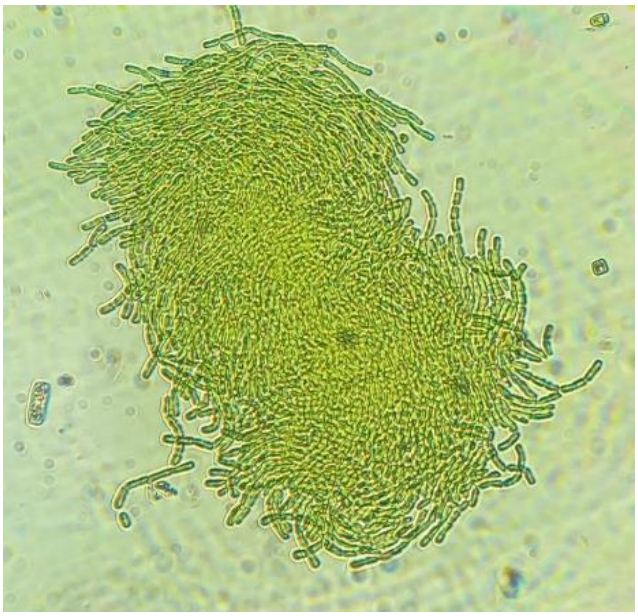
Промисловий відвал «Петровський» Центрального гірничо-збагачувального комбінату (ПрАТ «ЦГЗК») у Кривому Розі є одним із найбільших техногенних об'єктів Криворізького залізорудного басейну. Він утворений з відходів збагачення залізних руд і характеризується екстремальними умовами для життя: високим вмістом важких металів, лужною реакцією субстрату, низьким вмістом органічних речовин і азоту, а також сильною ерозією. Незважаючи на це, на поверхні відвалу активно відбуваються процеси первинної сукцесії, у яких провідну роль відіграють типові біокрастові мікроорганізми [1, 2].

Біокрасти або біологічні кірки ґрунту – це складні консорціуми мікроорганізмів, які формують тонкий (від 2 до 15 мм) живий шар на поверхні відходів. Вони складаються переважно з ціанобактерій, зелених і діатомових водоростей, грибів та бактерій. На відвалі «Петровський» біокрасти розвиваються на відносно стабільних ділянках з дрібнозернистим матеріалом, де зменшена інтенсивність зсувів і вивітрювання [3, 4].

Серед біокрастових мікроорганізмів відвалу «Петровський» було знайдено типові види біокрасту (рис. 1).



а) нитчаста ціанобактерія роду *Phormidium*



б) колонія ціанобактерій роду *Nostoc*

Рис. 1 Біокрастові мікроорганізми

На рис. 1, *а* зображено густе сплетіння тонких нитчастих ціанобактерій роду *Phormidium*, які є ключовим компонентом біокірок на промислових відва-

лах. Ці організми мають однорідну внутрішню структуру без виражених спіральних хлоропластів. Візуально вони мають вигляд довгих, рівних і дуже тонких «дротів» насиченого смарагдово-зеленого кольору, що значно менші за діаметром порівняно з типовими зеленими водоростями. Внутрішня структура ниток виглядає однорідною, без видимих спіральних включень, проте при детальному розгляді помітна дрібна поперечна сегментація.

На рис. 1, *б* представлено колонію ціанобактерій роду *Nostoc*, що мають характерну морфологію у вигляді довгих ланцюжків із округлих або бочкоподібних клітин, які візуально нагадують нитки намиста. На фото видно, як численні нитки сплутуються у щільний, майже непрозорий у центрі "клубок", що утворює характерну кулясту колонію. Така компактна структура та наявність захисної оболонки дозволяють ціанобактеріям ефективно утримувати вологу та виживати в екстремальних умовах відвалу.

Біокрастові мікроорганізми породного відвалу формують первинний живий покрив, який відіграє ключову роль у стабілізації поверхні субстрату та запуску початкових ґрунтоутворювальних процесів. Виявлене різноманіття нитчастих ціанобактерій, зокрема представників родів *Phormidium* і *Nostoc*, свідчить про високу адаптованість біокрасту до посушливих, бідних на органічну речовину та техногенно змінених умов. Завдяки здатності утримувати вологу, зв’язувати частинки субстрату та накопичувати органічну речовину ці мікроорганізми створюють сприятливе середовище для подальшого заселення відвалу іншими групами організмів. Їхня присутність є важливим індикатором початкових етапів екологічної сукцесії та природного відновлення порушених територій.

Отже, біологічне різноманіття біокрасту породного відвалу має не лише теоретичне, а й практичне значення для розробки біотехнологічних підходів до рекультивації техногенно деградованих ландшафтів.

Перелік посилань

1. Savosko V. M. Ecological and geological determination of the initial pedogenesis on devastated lands in the Kryvyi Rih Iron Mining & Metallurgical District (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology.* 2019. Vol. 28, № 4. P. 670–681. DOI: 10.15421/111969.

2. Pavlenko A. O., Krasova O. O., Korshykov I. I. Syngenesis processes on iron ore dumps in the northern part of Kryvyi Rih area *Ukrainian Botanical Journal.* 2017. Vol. 74, № 4. P. 360–372. DOI: 10.15407/ukrbotj74.04.360.

3. Бєлик Ю.В., Савосько В.М., Лихолат Ю. В. Таксономічний склад та синантропна характеристика деревно-чагарникових угруповань Петровського відвалу (Криворіжжя). *Екологічний вісник Криворіжжя*. 2019. № 4. С. 104–113. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2565.

4. Savosko V. M., Bielyk Y. V., Lykholat Y. V., Heilmeier H. Assesment of heavy metals concentration in initial soils of post-mining landscapes in Kryvyi Rih District (Ukraine). *Ekológia* (Bratislava). 2022. Vol. 41, № 3. P. 201–211. DOI: 10.2478/eko-2022-0020.

ОГЛЯД ДОСВІДУ ІРЛАНДІЇ В УПРАВЛІННІ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бойко Іван Вікторович, група 183м-24н-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Борисовська Олена Олександрівна**

Проблема очищення стічних вод металургійного комплексу від нафтопродуктів залишається однією з ключових у сфері промислової екології, що обумовлено їх значним обсягом та складним фізико-хімічним складом. Ефективність очищення визначається не лише концентрацією забруднювачів, а насамперед їх дисперсним станом і стійкістю у водному середовищі. У зв’язку з цим актуальним є аналіз форм знаходження нафтопродуктів у стічних водах та відповідних підходів до їх видалення.

Нафтопродукти у стічних водах металургійного комплексу є гетерогенною сумішшю речовин з різноманітною молекулярною масою, полярністю та розчинністю у воді. Їхня поведінка та важкість видалення визначаються саме дисперсним станом.

Залежно від умов експлуатації, інтенсивності змішування та наявності стабілізуючих агентів, нафтопродукти у стічних водах можуть перебувати у чотирьох основних формах, які часто співіснують і динамічно переходять одна в одну:

- Вільні (грубодисперсні) нафтопродукти. Це краплі або плівки з розміром частинок понад 150-200 мкм. Вони з'являються при значних витоках, розшаруванні емульсій. Через значну різницю густини (0,8-0,9 г/см³ для олії проти 1,0 г/см³ для води) такі частинки швидко спливають на поверхню (швидкість спливання за законом Стокса може сягати декількох метрів на годину). Ця форма є найбільш легко відокремлюваною механічними методами.
- Емульговані нафтопродукти. Це стійкі дисперсії крапель олії у воді (емульсія типу «масло у воді», O/W) або, рідше, води в олії (W/O) з діапазоном розмірів часток від 1 до 150 мкм. Стабільність цих систем забезпечується подвійним електричним шаром на межі розділу фаз та адсорбційними шарами емульгаторів (іоногенних або неіоногенних ПАР), а також тонкодисперсних твердих частинок (окалина, пил, продукти корозії), що діють як механічний бар'єр. Саме ця форма є домінуючою у стоках від МОР та найскладнішою для руйнування.
- Колоїдно-дисперсні системи. Розмір часток у цьому стані становить менше 1 мкм (від 0,001 до 1 мкм). Це можуть бути міцели, утворені надлишком ПАР, або надтонкі емульсії. Такі системи мають високу кінетичну стабільність за рахунок інтенсивного броунівського руху. Вони не спливають і важко затримуються звичайними фільтрами.
- Розчинені (молекулярно-дисперсні) органічні сполуки. До цієї категорії належать низькомолекулярні ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, ксилоли), спирти, органичні кислоти, феноли та інші полярні компоненти, здатні до гідратації та справжнього молекулярного розчинення у воді. Їхня концентрація

може становити від одиниць до десятків мг/дм³, і вони не можуть бути відокремлені фізичними методами поділу фаз [1, 2].

Як випливає з таблиці 1, саме наявність емульгаторів та поверхнево-активних речовин (ПАР) у складі мастильно-охолоджувальних рідин та інших технологічних матеріалів є основним фактором, що сприяє утворенню стійких емульсій та колоїдних систем. Це істотно ускладнює процес очищення, оскільки такі форми не піддаються простому відстоюванню. Для їх ефективного руйнування необхідне застсування комбінованих технологічних рішень, що включають стадію дестабілізації емульсії (хімічну, електричну або фізичну), агрегацію частинок і подальший фазовий поділ.

Таблиця 1

Основні форми знаходження нафтопродуктів у стічних водах металургійних підприємств, їх характеристики та підходи до видалення

Форма знаходження	Діапазон розмірів часток	Ключові фізико-хімічні властивості	Причини стійкості	Типові методи первинного видалення / деструкції
Вільна (грубо-дисперсна)	> 150 - 200 мкм	Швидке спливання (швидкість > 0,1 м/хв). Легко розмежовується	Відсутність стабілізуючих бар'єрів, велика різниця густини	Гравітаційне відстоювання (нефтеловушки, відстійники радіальні), тонкошарові сепаратори, механічне зневоднення (скімери, барабанні плівкознімачі)
Емульгована	1-150 мкм	Стійка емульсія типу «масло у воді». Мутність	Адсорбційний шар емульгаторів (ПАР), подвійний електричний шар (ζ-потенціал), механічний бар'єр з твердих частинок	Деемульсія: коагуляція (солі Al^{3+}, Fe^{3+}), підкислення, термічна обробка. Поділ фаз: напірна флотація, електро-флотація
Колоїдно-дисперсна	0,001-1 мкм	Висока кінетична стійкість, просвічується. Не спливає	Інтенсивний броунівський рух, електростатичне відштовхування (високий ζ-потенціал)	Агрегація: коагуляція/флокуляція (поліелектроліти). Фізичне уловлювання: мембранна ультрафільтрація, сорбція на макропористих матеріалах
Розчинена (молекулярна)	< 0,001 мкм (молекули)	Не створює мутності. Утворює справжній розчин	Гідратаційна оболонка, полярність молекул	Деструкція: біологічне окиснення (аеротенки), розширені методи окиснення (озонування). Концентрування: сорбція на мікропористих активованих вугіллях, реверс-осмос

Крім того, важливо враховувати, що склад нафтових домішок може суттєво змінюватися під впливом високих температур металургійних процесів (>150°C), що призводить до термоокислювальної деструкції – полімеризації вуглеводнів, утворення карбенів, карбідів, смол і асфальтенових сполук. Ці похідні мають підвищену хімічну стійкість, гідрофобність та часто вищі токсикологічні властивості, що додатково ускладнює як очищення води, так і подальшу утилізацію відокремлених нафтошламів [3].

Таким чином, встановлено, що ефективність очищення стічних вод від нафтопродуктів визначається їх дисперсним станом, який варіюється від грубодисперсних до молекулярно розчинених форм. Найбільші труднощі становлять емульговані та колоїдні системи, стабілізовані поверхнево-активними речовинами. Це обумовлює необхідність застосування комбінованих технологій очищення, що поєднують процеси дестабілізації, агрегації та фазового поділу. Додатковим ускладнюючим фактором є термічна трансформація нафтопродуктів у процесах металургійного виробництва, яка підвищує їх стійкість і токсичність, що слід враховувати при виборі методів очищення.

Перелік посилань

1. Петрук В. Г. Природоохоронні технології. Навчальний посібник. Ч.2 : Методи очищення стічних вод / [Петрук В. Г., Северин Л. І., Васильківський І. В., Безвозюк І. І.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 258 с.

2. Степова О.В.. Навчальний посібник з дисципліни «Технології захисту довкілля», рівень вищої освіти – «магістр», спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища», модуль 2: Очищення стічних вод. Полтава: Видання НУПП імені Юрія Кондратюка, 2023. 205 с.

3. Власенко О. В. Аналіз технологій очищення стічних вод гірничо-металургійної галузі // Екологічні науки, 2024. №5(56). С. 23-33.

ПОРІВНЯННЯ ВПЛИВУ СОЛЬОВОГО, ВОДНОГО ТА ТЕПЛОВОГО СТРЕСІВ НА РОСЛИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Данилик Анастасія Михайлівна, 091-22-1 ІП
***Науковий керівник:* к.б.н., доц. Воронкова Юлія Сергіївна**

У сучасних умовах зміни клімату, підвищення середньорічних температур, погіршення стану ґрунтів, а також воєнних дій в Україні проблема впливу абіотичних стресів на рослини стає особливо актуальною. Це пов'язано з тим, що зазначені фактори безпосередньо впливають на ріст і розвиток рослин та знижують урожайність сільськогосподарських культур. Найбільш поширеними серед абіотичних стресів є сольовий, водний та тепловий, які можуть діяти як окремо, так і в комплексі, посилюючи негативний вплив один одного [1].

Метою роботи є порівняння впливу сольового, водного та теплового стресів на фізіолого-біохімічні процеси у рослин та узагальнення їх основних адаптаційних реакцій.

Сольовий стрес виникає внаслідок засолення ґрунтів і супроводжується порушенням водного балансу клітин та накопиченням токсичних іонів, зокрема Na^+ і Cl^- [2]. У таких умовах знижується здатність рослин поглинати воду, що призводить до вторинного водного дефіциту. Крім того, відбувається пригнічення фотосинтезу, зменшення вмісту хлорофілу та порушення ферментативних процесів [2, 4]. У відповідь рослини активують адаптаційні механізми, серед яких важливу роль відіграє синтез осмопротекторів, що допомагають підтримувати осмотичний баланс клітин.

Водний стрес (посуха) є одним із найбільш поширених факторів, що обмежують розвиток рослин, особливо в умовах степових регіонів. За дефіциту води рослини закривають продихи, що дозволяє зменшити втрати вологи, але водночас обмежує надходження CO_2 і знижує інтенсивність фотосинтезу [3]. Тривалий водний стрес призводить до зневоднення клітин, порушення тургору та змін у метаболізмі. Важливою особливістю є накопичення активних форм кисню, що викликають оксидативні ушкодження клітинних структур [5]. Для зменшення негативного впливу активуються антиоксидантні ферменти та змінюється регуляція ростових процесів.

Тепловий стрес виникає при підвищенні температури вище оптимальних значень для рослин і супроводжується глибокими порушеннями клітинних процесів. Висока температура призводить до денатурації білків, порушення функціонування ферментів і підвищення плинності клітинних мембран [6]. Це негативно впливає на фотосинтез, дихання та інші життєво важливі процеси. Однією з ключових реакцій рослин є синтез білків теплового шоку, які виконують захисну функцію та сприяють відновленню пошкоджених білкових структур [7].

Незважаючи на різну природу цих стресів, вони мають спільну особливість – розвиток оксидативного стресу, який супроводжується надмірним

утворенням активних форм кисню. Це призводить до пошкодження мембран, білків і нуклеїнових кислот. У відповідь рослини активують антиоксидантну систему, що включає ферменти та низькомолекулярні сполуки, які зменшують рівень ушкоджень [5, 7]. Для порівняння впливу різних типів абіотичного стресу використано узагальнені критерії (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика впливу абіотичних стресів на рослини

Критерії порівняння	Водний стрес	Сольовий стрес	Тепловий стрес
Первинний вплив	Зниження тургору, дефіцит вологи в тканинах	Осмотичний стрес та іонна токсичність (надлишок Na^+, Cl^-) [8]	Денатурація білків, порушення цілісності мембран [9]
Фотосинтез	Закриття продихів, зниження надходження CO_2	Руйнування хлорофілу, гальмування ферментів циклу Кальвіна	Пошкодження фотосистеми II, порушення електронного транспорту [9]
Водний режим	Зниження водного потенціалу клітини	Ускладнення поглинання води («фізіологічна сухість») [8]	Посилення транспірації для охолодження
Метаболізм	Накопичення осмолітів (пролін, цукри)	Порушення іонного балансу (Na^+/K^+), синтез захисних сполук	Синтез білків теплового шоку (HSPs), накопичення АФК
Ріст і розвиток	Гальмування росту, передчасне старіння, засихання	Зменшення біомаси, некрози листків, пригнічення поділу клітин [8]	Стерильність пилку, опадіння квіток, зниження врожайності [10]
Адаптаційні механізми	Розвиток глибокої кореневої системи, зменшення площі листя	Ізоляція іонів у вакуолях, виведення солей, осморегуляція	Зміна орієнтації листків, синтез HSP, підвищення транспірації

У результаті проведеного аналізу встановлено, що сольовий, водний та тепловий стреси чинять комплексний негативний вплив на рослини, порушуючи їх фізіологічні та біохімічні процеси. Сольовий стрес пов’язаний із іонною токсичністю та осмотичними порушеннями, водний – із дефіцитом

вологи та зниженням фотосинтетичної активності, а тепловий – із дестабілізацією білкових структур і ферментативних процесів. Спільною рисою всіх типів стресу є розвиток оксидативного стресу та активація захисних механізмів, що свідчить про універсальність адаптаційних реакцій рослин до несприятливих умов середовища.

Перелік посилань

1. Bosco de Oliveira, A., Alencar, N. L. M., & Gomes-Filho, E. (2013). Comparison Between the Water and Salt Stress Effects on Plant Growth and Development. InTech. https://doi.org/10.5772/54223

2. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review / Parihar P, Singh S, Singh R, Singh VP, Prasad SM. Environ Sci Pollut Res Int. 2015 Mar;22(6):4056-75. doi: 10.1007/s11356-014-3739-1

3. Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. Understanding plant responses to drought - from genes to the whole plant. Funct Plant Biol. 2003 Mar;30(3):239-264. doi: 10.1071/FP02076

4. Saxena R, Kumar M, Tomar R. Plant responses to drought and salinity stress. Plant Archives Vol. 19, Supplement 2, 2019 pp. 50-58.

5. Petrov V., Gechev T. Reactive oxygen species and oxidative stress in plants. Int. J. Mol. Sci. 2023, 24(15), 11917. https://doi.org/10.3390/ijms241511917.

6. , Plant responses to heat stress andadvances in mitigation strategies / Samat AT, Soltabayeva A, Bekturova A [et al]/ Front. Plant Sci. 2025. 16:1638213. doi: 10.3389/fpls.2025.1638213

7. Kumar RR, Jin B and Teng N (2023) Editorial: Heat stress: response, mitigation, and tolerance in plants. Front. Plant Sci. 14:1266765. doi: 10.3389/fpls.2023.1266765

8. Flowers TJ, Colmer TD. Salinity tolerance in halophytes. New Phytol. 2008;179(4):945-963. https://doi: 10.1111/j.1469-8137.2008.02531

9. Sharkey T.D. Effects of moderate heat stress on photosynthesis: importance of thylakoid reactions, rubisco deactivation, reactive oxygen species, and thermotolerance provided by isoprene. Plant, Cell & Environment. 2005. 28: 269-277. https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2005.01324.x.

10. Bita, C. and Gerats, T. (2013) Plant Tolerance to High Temperature in a Changing Environment: Scientific Fundamentals and Production of Heat Stress-Tolerant Crops. Frontiers in Plant Science, 4, Article No. 273. https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00273

ТЕХНОЛОГІЇ БІОКРАСТУ ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ ҐРУНТІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Іщенко Юлія Дмитрівна, група 091-24-1
Науковий керівник: д.т.н., проф. Ковров Олександр Станіславович

Техногенні ґрунти – природні ґрунти, змінені в результаті господарської та виробничої діяльності людини, а також тверді відходи діяльності людини, у результаті якої відбулася зміна сировини. Антропогенні фактори мають значний вплив на формування рослинного покриву та формування фітоценозів земель. Техногенне забруднення довкілля вже давно набуло глобального характеру, адже речовини-забруднювачі можуть опинятися та проявлятися на усіх ланках трофічного ланцюгу в результаті їх міграції [1].

Розроблення способів боротьби з забрудненням ґрунтів та шляхів їх відновлення є складною та комплексною проблемою сьогодення. Фіторемедіація деградованих земель є одним з активних напрямів відновлення властивостей, якості та функцій ґрунтів, а також ефективним методом виведення забруднюючих речовин із ґрунтів за допомогою рослин [2].

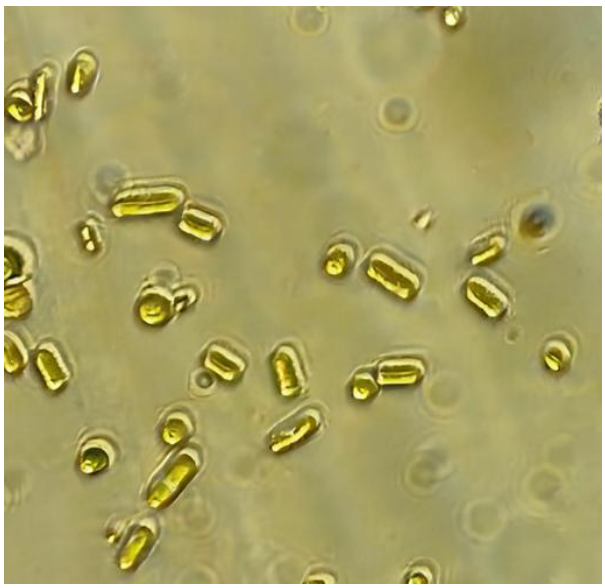
Бідні на поживні речовини та переповнені токсинами ґрунти не одразу можуть перетворитися на ліси та навіть нарощувати на собі чагарники. Також проблемним фактором постає ерозія ґрунтів. Одним із інструментів вирішення є біокраст – поверхневий шар ґрунту, створений мікроскопічними водоростями, ціанобактеріями та грибами. Він виконує кілька функцій одночасно: стабілізація ґрунту за рахунок зменшення ерозії, утримання вологи, збагачення ґрунту органічними речовинами, продукування полісахаридів, формування умов для гетеротрофних бактерій, накопичення органічного вуглецю [3].

До біорізноманіття біокрасту можуть входити численна кількість різноманітних організмів, але пиповими представниками є гетеротрофні бактерії роду *Bacillus*, скупчення фототрофних ціанобактерій роду *Chroococcus* та *Gloeocapsa*, також присутні одноклітинні зелені водорості роду *Gloeocystis*, зелені водорості роду *Chlorococcum*, фотосонтизуючі нитчасті ціанобактерії родів *Leptolyngbya* та *Phormidium* та коккові формі ціанобактерій роду *Aphanocapsa* (рис. 1.).

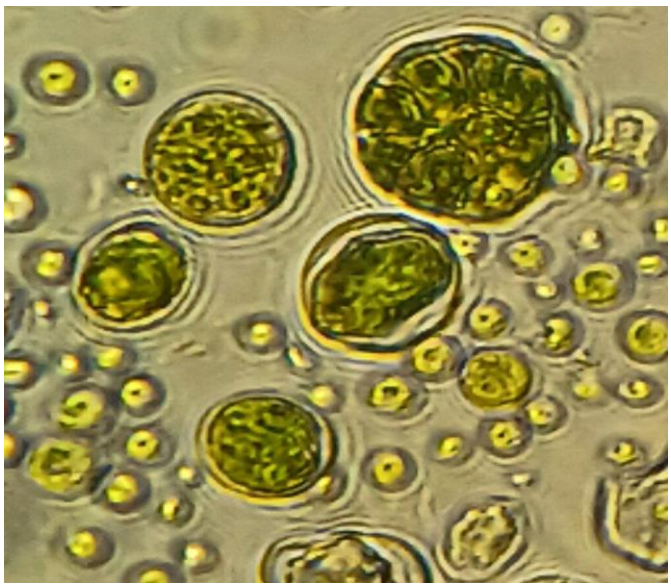
Організми біокрасту виконують важливу ґрунтоутворюючу роль, виступаючи біостимулятором росту рослин та забезпечуючи можливість сукцесії; вони акумулюють органічні речовини ґрунту, «зв'язують» та закріплюють верхні шари ґрунту, стабілізуючи його та продукують власні органічні речовини, підвищуючи при цьому загальну якість ґрунтів [4].

Проблема забруднення ґрунтів є комплексною та актуальною проблемою сьогодення, для вирішення якої найефективнішим методом є фіторемедіація.

Далеко не всі рослини здатні вільно рости в умовах стресу, спричиненого несприятливими умовами субстрату, тому найоптимальнішим першим кроком для відновлення земель за допомогою рослин є використання біокрасту – живої кірки ґрунтів.



а) паличкоподі бактерії роду *Bacillus* та кокоїдні ціанобактерії роду Gleocapsa



б) одноклітинні зелені водорості роду *Chlorella*

Рис. 1 Видове різноманіття біокрасту

Біокраст є природним біостимулятором росту рослин та ефективним методом припинення ерозії, що сприяє підвищенню активності рослин та, як результат, ефективнішому відновленню. Фітоценоз та біокраст мають синергійну роль у відновленні та стабілізації ґрунтів, допомагаючи та посилюючи дію одне одного.

Перелік посилань

1. Романчук, Л. Д., Матвійчук, Н. Г., & Матвійчук, Б. В. (2025). Фіторемедіація ґрунтів шляхом вирощування енергетичних культур [Phytoremediation of soils by cultivating energy crops]. *Naturaljournal*. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.24

2. Самохвалова, В. Л., Фатєєв, А. І., Зуза, С. Г., Погромська, Я. А., Зуза, В. О., Панасенко, Є. В., & Горпинченко, П. Ю. (2015). Фіторемедіація техногенно забруднених ґрунтів. Агроекологічний журнал, 1, 92–100.

3. Maltsev, Y., Maltseva, S., & Maltseva, I. (2022). Diversity of cyanobacteria and algae during primary succession in iron ore tailing dumps. *Microbial Ecology, 83*(2), 1–16. https://doi.org/10.1007/s00248-021-01759-y.

4. Gufwan, L. A., Peng, L., Gufwan, N. M., et al. (2025). Enhancing soil health through biocrusts: A microbial ecosystem approach for degradation control and restoration. *Microbial Ecology, 88*, Article 8. https://doi.org/10.1007/s00248-025-02504-5

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКІВ СВИНЦЕВОЇ ПЛАВКИ ЗА ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Калачик Кирило Русланович, група 183м-24н-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Борисовська Олена Олександрівна**

Проблема ефективної переробки відходів свинцевого виробництва є актуальною з огляду на значні обсяги їх накопичення та високий вміст токсичних компонентів, зокрема свинцю та інших важких металів. Шлаки свинцевої плавки є складними багатокомпонентними системами, що містять цінні метали, придатні для повторного залучення у виробничий цикл. Водночас їх накопичення становить екологічну загрозу через можливу міграцію токсичних речовин у компоненти довкілля.

У зв'язку з цим актуальним є аналіз сучасних технологічних підходів до переробки шлаків свинцевої плавки з метою визначення найбільш ефективних та екологічно безпечних рішень.

Аналіз наукових і технічних джерел показує, що на сьогодні застосовується широкий спектр методів переробки шлаків свинцевої плавки, серед яких: виробництво будівельних матеріалів, ф'юмінґування, вельцювання, електротермічна обробка, магнітна сепарація, флотація та інші технології .

Вибір технології визначається фізико-хімічними властивостями шлаку, зокрема його фазовим складом, в'язкістю, температурою плавлення та вмістом цінних компонентів. До найбільш поширених належать пірометалургійні методи, зокрема ф'юмінґування, вельцювання та електротермічна обробка.

Ф'юмінґування передбачає продування розплавленого шлаку повітряно-паливною сумішшю при температурі 1150-1200 °С, у результаті чого відбувається відновлення та випаровування металів. Цей метод забезпечує високий ступінь вилучення цинку (до 90-94%) і свинцю (до 95-98%), характеризується значною продуктивністю та можливістю автоматизації. Разом з тим, він супроводжується утворенням газових викидів і потребує складних систем пилогазоочистки [1].

Вельцювання застосовується для переробки твердих шлаків і передбачає їх відновлення у трубчастих обертових печах при температурі 1100-1200 °С. Ступінь вилучення свинцю і цинку сягає близько 90%. Недоліками методу є висока витрата коксу, утворення значної кількості клінкеру та обмеження щодо агрегатного стану шлаків [2, 3].

Електротермічна обробка дозволяє здійснювати переробку як рідких, так і твердих шлаків при температурах до 1500 °С. Перевагами є можливість одночасного отримання металевого цинку, свинцю та штейну, а також герметичність процесу. Водночас цей метод характеризується високим енергоспоживанням і утворенням вторинних відходів .

До допоміжних методів належать магнітна сепарація та флотація, які застосовуються для переробки продуктів попередніх стадій, зокрема клінкеру.

Магнітна сепарація забезпечує ефективне вилучення заліза, тоді як флотація може використовуватися для додаткового збагачення матеріалу, хоча її ефективність залежить від попередньої підготовки шлаків [3].

Перспективним напрямом є карбідотермічна та цементаційна переробка, однак вони поки що мають обмежене промислове застосування через складність реалізації та значні енерговитрати.

Окрему групу становлять технології, спрямовані не на вилучення металів, а на утилізацію шлаків як вторинної сировини. До них належать виробництво будівельних матеріалів, щебеню, та шлакопортландцементу. Такі підходи дозволяють значно зменшити обсяги відходів і покращити стан територій, проте не забезпечують повернення цінних металів у виробництво [4, 5].

Сучасні тенденції також включають розвиток гідрометалургійних методів, а також технологій стабілізації, солідіфікації та геополімерної переробки, спрямованих на іммобілізацію токсичних компонентів і зниження екологічних ризиків [6].

Порівняльний аналіз показує, що жоден із розглянутих методів не є універсальним (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика методів відновлення шлаків свинцевої плавки (за ефективністю вилучення металів та рівнем екологічної безпеки)

Метод відновлення	Ступінь вилучення Pb і Zn	Екологічна безпека процесу	Основні екологічні ризики	Загальна оцінка
Отримання кольорового скла	Низький	Висока	Фіксація важких металів у скляній матриці, ризик min	Екологічно безпечний, але ресурсно неефективний
Виробництво будівельних матеріалів	Дуже низький	Середня	Можливе вилуговування Pb при порушенні технології	Допустимий за умови контролю
Вельцювання	Високий	Низька	Високі газові викиди, утворення клінкеру	Ресурсно ефективний, екологічно проблемний
Ф’юмінґування	Дуже високий	Середня	Газові викиди, вторинні шлаки з Cu	Оптимальний комп-роміс для великих обсягів
Електротермічний метод	Високий	Середня–низька	Значне енергоспоживання, вторинні шлаки	Технологічно ефективний, енергоємний
Карбідотермічна обробка	Середній	Низька	Висока витрата коксу, CO_2	Обмежене застосування
Гідрометалургійний метод	Високий	Висока	Рідкі відходи, потреба очищення стоків	Екологічно орієнтований

Стабілізація / солідіфікація	Відсутнє	Дуже висока	Не повертає метали у цикл	Пріоритет для еко-логічної безпеки
Геополімерна переробка	Відсутнє	Дуже висока	Обмеження повтор-ного використання	Сучасний екологічний підхід

Пірометалургійні технології забезпечують високий ступінь вилучення металів, однак характеризуються значним енергоспоживанням і негативним впливом на довкілля.

Матеріалознавчі підходи, навпаки, є екологічно доцільними, але не дозволяють ефективно вилучати цінні компоненти. Гідрометалургійні методи розглядаються як компромісний варіант, що поєднує достатньо високий рівень вилучення металів із меншим впливом на атмосферне повітря, хоча потребує вирішення проблеми очищення стічних вод.

Екологічно орієнтовані технології, зокрема стабілізація та геополімерна переробка, забезпечують високий рівень безпеки, однак не передбачають повернення металів у виробничий цикл.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ефективність переробки шлаків свинцевої плавки визначається їх фізико-хімічними властивостями та обраною технологією. Пірометалургійні методи забезпечують найвищий рівень вилучення свинцю та цинку, проте супроводжуються значними екологічними ризиками та енергетичними витратами. Матеріалознавчі та екологічно орієнтовані підходи є доцільними для зменшення обсягів відходів і мінімізації негативного впливу на довкілля, але не забезпечують повернення металів у виробничий цикл.

Таким чином, оптимальна стратегія поводження зі шлаками свинцевої плавки повинна базуватися на комплексному поєднанні технологій, що дозволяє одночасно забезпечити вилучення цінних компонентів та екологічну безпеку.

Перелік посилань

1. An Updated Reactive Fraction Model to Simulate the Zn Slag Fuming Process. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11663-022-02654-8 . – Загол. з екрану.

2. Переробка шлаків свинцевої плавки. URL: https://ozlib.com/949300/tehnika/pererabotka_shlakov_svintsovoy_plavki. – Загол. з екрану.

3. Марченко Н.В. Металургія важких кольорових металів [Текст] / Н.В. Марченко. –: ІПК СФУ, 2009. 392 с.

4. Лакерник М.М., Мазурчук Е.Н. та ін. Переробка шлаків кольорової металургії [Текст] / М.М. Лакерник. М. : Металургія, 1999. 159 с.

5. Бобович Б.Б., Девяткін, В.В. Переробка відходів виробництва і споживання: Довідкове видання [Текст] / Б.Б. Бобович. М.: «ІнтерметІнжиніринг», 2000. 496 с.

6. Федяєва О.А. Промислова екологія: Конспект лекцій (Електронний ресурс) / Режим доступу: URL : http://ekolog.org/books/16/5_20.htm .–Загол. з екрану.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ВІДХОДІВ ХЛОРИДОВОЗГОНКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кузьменко Ярослав Вадимович, група 183м-24н-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Борисовська Олена Олександрівна**

Відходи хлоридовозгонки є специфічним видом промислових відходів, що утворюються у процесах виробництва цирконію, титану та інших металів. Вони характеризуються складним багатокомпонентним складом, який включає вуглець, оксиди цирконію та титану, кварц, а також домішки важких металів і хлору. З одного боку, ці відходи становлять підвищену екологічну небезпеку через потенційну токсичність і можливість міграції забруднювачів, з іншого — є цінною вторинною сировиною. У зв'язку з цим актуальним є дослідження сучасних методів їх переробки, спрямованих на вилучення корисних компонентів, зменшення обсягів відходів та мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Аналіз сучасних наукових і технічних джерел свідчить про наявність кількох основних напрямів переробки відходів хлоридовозгонки: хімічні, пірометалургійні, фізико-хімічні та гідрометалургійні методи, а також підходи комплексного використання як вторинної сировини [1-4].

Одним із найбільш ефективних способів є подальше хлорування (рехлорування) огарків. Процес передбачає обробку відходів газоподібним хлором із утворенням летких хлоридів, зокрема тетрахлориду цирконію ($ZrCl_4$), який може бути використаний для подальшого отримання металевого цирконію.

Цей метод характеризується високим ступенем вилучення цінних компонентів та можливістю рециклінгу хлору, що підвищує економічну ефективність процесу. Водночас його застосування пов'язане з необхідністю використання герметичного обладнання та систем газоочистки, що обумовлено високою токсичністю хлору .

Пірометалургійні підходи базуються на використанні високотемпературних процесів для зміни фазового складу відходів. До них належать піроліз, часткове випалювання та плавлення.

У процесі піролізу або газифікації відбувається часткове видалення вуглецю з утворенням горючих газів, що можуть бути використані як джерело енергії. Це дозволяє зменшити масу відходів на 65–75% та концентрувати оксиди цирконію і титану.

Плавлення в електродугових печах забезпечує більш глибоке розділення компонентів із формуванням шлакових і металевих фаз. Основними перевагами цих методів є універсальність і можливість отримання цінних продуктів, однак вони характеризуються високою енергоємністю та потребують ефективних систем очищення газових викидів .

До фізико-хімічних методів належать гравітаційна сепарація та флотація, які дозволяють розділяти компоненти за фізичними властивостями без зміни їх хімічної структури.

Гравітаційне збагачення забезпечує відділення вуглецевої фази від мінеральної, тоді як флотація дозволяє отримати високовуглецевий концентрат. Перевагами цих методів є простота реалізації, низька енергоємність та мінімальний вплив на довкілля. Основним обмеженням є неповне вилучення цінних компонентів, що потребує подальшої переробки концентратів .

Гідрометалургійна обробка передбачає вилуговування компонентів за допомогою кислот або лугів. Цей підхід використовується переважно для видалення хлору та важких металів, що дозволяє знизити токсичність відходів.

Водночас метод супроводжується утворенням рідких відходів, які потребують додаткового очищення, що ускладнює його широке впровадження. Тому гідрометалургійні процеси доцільно застосовувати як допоміжний етап комплексної переробки .

Найбільш перспективним підходом є використання відходів хлоридовозгонки як вторинної сировини. Після стабілізації вони можуть застосовуватися як вуглецеві відновники у металургії або як мінеральні компоненти у виробництві будівельних матеріалів.

Такий підхід відповідає принципам циркулярної економіки, забезпечує мінімізацію відходів та зменшення техногенного навантаження на довкілля .

Порівняльний аналіз показує, що кожен із розглянутих методів має свої переваги та обмеження (табл. 1). Хімічні та пірометалургійні методи забезпечують високий рівень вилучення цінних компонентів, проте пов’язані з підвищеними енергетичними витратами та екологічними ризиками.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика способів відновлення досліджуваних відходів

Метод переробки	Кінцеві продукти	Екологічна безпека
Подальше хлорування (ре-хлорування огарків)	Тетрахлорид цирконію ($ZrCl_4$); побічно – хлориди домішок, рециклінгований хлор	За умови сучасних систем газоочистки та герметизації – високий рівень безпеки; без належного контролю існує ризик токсичних викидів
Пірометалургійна переробка (піроліз, часткове випалю-вання, плавлення)	Концентрат оксидів цирконію і титану; вторинний вуглець; піролізний газ; інертний шлак	Середня-висока: за наявності ефективної газоочистки екологічні ризики мінімізуються; без неї — потенційна небезпека
Фізико-хімічне збагачення (гравітаційна сепарація, флотація)	Вуглецевий концентрат; мінеральний концентрат (ZrO_2, TiO_2, SiO_2)	Висока: мінімальний вплив на довкілля, особливо при замкнених водних циклах
Гідрометалургійна обробка (кислотне вилуговування)	Очищений мінеральний залишок; розчини солей важких металів	Середня: залежить від якості очищення та утилізації стічних вод
Комплексне використання як вторинної сировини (металургія, будівельні матеріали)	Відновник для металургії; будівельні матеріали; дорожні основи	Висока за умови стабілізації та контролю вимивання токсичних елементів

Фізико-хімічні методи є більш екологічно безпечними, але менш ефективними щодо вилучення металів. Гідрометалургійні підходи дозволяють знизити токсичність відходів, однак потребують додаткових витрат на очищення стічних вод. Комплексне використання відходів як вторинної сировини є найбільш економічно та екологічно доцільним рішенням, оскільки дозволяє мінімізувати обсяги відходів і забезпечити їх повторне використання у виробничих процесах.

У результаті проведеного аналізу встановлено, що відходи хлоридовозгонки є перспективним джерелом вторинної сировини, однак потребують раціонального підходу до переробки з урахуванням їх екологічної небезпеки.

Найбільш ефективними з точки зору вилучення цінних компонентів є хімічні та пірометалургійні методи, тоді як фізико-хімічні та гідрометалургійні підходи доцільно використовувати як допоміжні.

Оптимальним рішенням є комплексне поєднання різних технологій, що дозволяє забезпечити як ефективне використання ресурсного потенціалу відходів, так і мінімізацію їх негативного впливу на довкілля. Такий підхід відповідає сучасним принципам сталого розвитку та циркулярної економіки.

Перелік посилань

1. R&D Progress on Recovery/Recycle of Zirconium from Used Fuel Cladding. URL: https://www.osti.gov/servlets/purl/1239757 . Загол. з екрану.

2. Gupta, C. K. Extractive Metallurgy of Rare Earths. – CRC Press, 2005. URL: https://vector.umd.edu/images/links/Extractive_Metallurgy_of_Rare_Earths_Gupta.pdf . Загол. з екрану.

3. Habashi F. Principles of Extractive Metallurgy. Vol. 2: Hydrometallurgy. – Gordon and Breach, 1980. URL: https://www.researchgate.net/publication/284679785_Principles_of_Extractive_Metallurgy . Загол. з екрану.

4. Zhang W., Zhu Z., Cheng C. Y. A literature review of titanium metallurgical processes // Hydrometallurgy, 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/251562464_A_literature_review_of_titanium_metallurgical_processes . Загол. з екрану.

ПРИРОДООРІЄНТОВАНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Литвиненко Дмитро Юрійович, група 183м-24н-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Борисовська Олена Олександрівна**

Забруднення атмосферного повітря є одним із ключових факторів ризику для здоров'я населення, особливо у промислово розвинених регіонах. Для Дніпропетровської області, зокрема таких міст, як Дніпро, Кам'янське та Кривий Ріг, характерним є високий рівень техногенного навантаження, що зумовлює підвищені концентрації пилу та інших забруднювачів у повітрі.

Сучасні підходи до вирішення цієї проблеми все частіше базуються на впровадженні природоорієнтованих рішень, які поєднують екологічну ефективність, економічну доцільність і соціальну прийнятність. Такі рішення імітують природні процеси та сприяють підвищенню стійкості міських екосистем до кліматичних і антропогенних викликів .

Метою роботи є аналіз природоорієнтованих рішень для зменшення ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря та оцінка їх ефективності для умов Дніпропетровської області.

Аналіз сучасних підходів показав, що природоорієнтовані рішення можуть бути реалізовані у різних формах міської інфраструктури, забезпечуючи комплексний позитивний ефект [1-6].

Живоплоти є ефективним природним бар'єром для затримання забруднювачів. Дослідження свідчать, що на їх листі може осідати до 80% дрібнодисперсних часток, включаючи пил, органічні сполуки та важкі метали. Крім того, вони виконують функції шумозахисту, вітрозахисту та сприяють підвищенню біорізноманіття .

Сучасні урбаністичні рішення, такі як зелені меблі (зокрема конструкції типу CityTree), поєднують функції благоустрою та очищення повітря. Завдяки використанню мохів такі системи здатні ефективно поглинати тверді частинки та діоксид азоту.

Зелені парклети створюють локальні зони озеленення, які покращують мікроклімат, сприяють соціальній активності населення та підвищують привабливість міського середовища .

Зелені дахи забезпечують терморегуляцію будівель, дозволяючи зменшити витрати на охолодження на 15–20%, а також здатні затримувати до 90% атмосферних опадів.

Зелені стіни (вертикальні сади) сприяють зниженню температури, очищенню повітря та зменшенню шумового навантаження, одночасно покращуючи естетичний вигляд міського середовища .

Зелені зупинки громадського транспорту забезпечують зниження температури поверхонь до 10 °C та покращують мікроклімат за рахунок накопичення та випаровування вологи.

Зелені колії здатні поглинати до 50-70% опадів, знижувати температуру та рівень шуму, а також сприяти очищенню повітря.

Зелені парковки, завдяки проникним покриттям і рослинності, виконують функції природних фільтрів та сприяють підвищенню вологості повітря .

Зелені коридори забезпечують формування екологічного каркасу міста, поєднуючи природні території в єдину систему. Вони сприяють покращенню як екологічних, так і соціальних умов життя населення.

Кишенькові парки є ефективним інструментом трансформації невеликих урбанізованих територій у зелені простори, що забезпечують локальне

Результати аналізу показали, що найбільший внесок у формування ризику для здоров'я населення вносить пил, для якого індекс порівняльної неканцерогенної небезпеки є максимальним.

За умови впровадження природоорієнтованих рішень із ефективністю поглинання пилу на рівні 80% можливе суттєве зниження ризику. Зокрема, для м. Дніпро показано, що показник HQ може бути знижений із 1,77 (середній рівень небезпеки) до 0,35 (низький рівень), що свідчить про істотне зменшення ймовірності негативного впливу на здоров'я населення .

Отримані результати підтверджують доцільність комплексного впровадження зелених рішень, оскільки їх поєднання забезпечує синергетичний ефект. Природоорієнтовані рішення мають значний потенціал у зниженні рівня забруднення атмосферного повітря та пов'язаних із ним ризиків для здоров'я населення. Найбільш ефективними є заходи, спрямовані на зменшення концентрації пилу, який є пріоритетним забруднювачем для міст Дніпропетровської області. Встановлено, що впровадження комплексу зелених рішень дозволяє суттєво знизити рівень неканцерогенного ризику, перевівши його з середнього до низького рівня.

Таким чином, інтеграція природоорієнтованих підходів у міське планування є ефективним інструментом покращення якості довкілля та підвищення рівня екологічної безпеки населення, що відповідає сучасним принципам сталого розвитку.

Перелік посилань

1. Каталог зелених рішень / авт. кол.: А. Зозуля, М. Рябика. Львів: ПЛАТО, 2021. 62 с.

2. CityTree: a Pollution Absorbing Innovation with the Power of 275 Trees. URL: https://urbannext.net/citytree/ Загол. з екрану.

3. Зелені парклети захоплюють вулиці Сан-Франциско. URL: https://sad.ukr.bio/ua/news/16158/ Загол. з екрану.

3 Як проектувати зелені дахи? URL: https://propertytimes.com.ua/novosti/yak_proektuvati_zeleni_dahi. Загол. з екрану.

4 В'юнкі рослини і зелені зупинки. Як адаптувати Львів до погодних аномалій. URL: https://www.nta.ua/vyunki-roslyny-i-zeleni-zupynky-yak-adaptuvaty-lviv-do-pogodnyh-anomalij/. Загол. з екрану.

5 У Варшаві озеленюють трамвайні колії. URL: https://nabuduvaly.com/u-varshavi-ozeleniuiut-tramvayni-kolii /. Загол. з екрану.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПИЛЕННЯ ҐРУНТІВ ПРОМИСЛОВИХ ЗОН, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Малий Олександр Сергійович, група 183-24м-1 ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., проф. Яковишина Тетяна Федорівна**

Порушення структури ґрунту, в результаті механічного впливу на його поверхню, призводить до утворення мілкодисперсних частинок, які в зоні впливу промислових підприємств є носіями небезпечних забруднювачів для організму людини. Пилення ґрунту виступає потужним джерелом екологічної небезпеки для людини, особливо в промислових зонах гірничо-металургійного комплексу, де сформувались техногенні геохімічні аномалії важких металів в ґрунті в результаті тривалого впливу антропогенного фактору [1].

Мілкодисперсний пил сам по собі може призвести до проблем зі здоров'ям, таких як подразнення очей, респіраторні розлади, легеневі захворювання та підвищений ризик раку легень та шкіри. За умов коли він містить важкі метали негативні наслідки будуть куди більше серйознішими при потраплянні в організм людини. Зокрема, мідь ушкоджує кишківник, печінку та шлунок, а також може спричиняти рак шкіри, ангіосаркому, периферичну нейропатію та судинні захворювання. Цинк провокує розвиток анемії, шлунково-кишкових розладів і ішемічної хвороби. Свинець може викликати гіпертонію, порушення функцій скелету, імунної та ендокринної систем, а також негативно впливати на інтелектуальний розвиток дітей. Кадмій асоціюється з остеотоксичністю, нефротоксичністю, легеневими аденокарциномами, проліферативними ураженнями передміхурової залози та імунними розладами. Нікель пов'язують із хворобами нирок, серцево-судинної системи та порушеннями зору.

На територіях крупних промислових агломерацій спостерігається диференціація рівня вразливості здоров'я, яка безпосередньо корелює із масштабами техногенного навантаження, зумовленого забрудненням довкілля і, насамперед, ґрунту [2]. За оцінками Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та низки дослідників, внесок забрудненого довкілля у загальний вплив на здоров'я становить від 17 до 20 %.

Одним із ключових інструментів забезпечення екологічної безпеки виступає методика оцінки ризику, що дозволяє не лише визначити ймовірний негативний вплив забруднюючих агентів на здоров'я людини та довкілля, але й провести його кількісний аналіз. Таким чином, підхід до оцінки ризиків формує основу для профілактичних стратегій та прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на мінімізацію шкоди від техногенного навантаження для здоров'я людини при виявленні небезпеки пилення забруднених ґрунтів промислових зон.

Кількісна оцінка екологічного ризику для здоров'я людини внаслідок пилення, забруднених важкими металами, ґрунтів промислових зон урбоекосистеми м. Дніпро проводилась згідно з протоколом USEPA при врахуванні аерогенного шляху надходження при диханні [3]. Нормування екологічного ризику ви-

конували згідно критеріїв прийнятності, визначених Ешбі: показник $>10^{-3}$ вважається високим ризиком, 10^{-3}-10^{-4} – середнім, 10^{-4}-10^{-6} – низьким, а $<10^{-6}$ – мінімальним або прийнятним рівнем ризику. Дослідження екологічного ризику проводилися для ґрунтів промислових зон урбоекосистеми м. Дніпро підприємств металургійного профілю за наступними важкими металами: Zn, Cu, Pb, Cd та Ni.

Серед досліджуваних важких металів найбільшу загрозу для здоров'я людини становив свинець, на відміну від іншого металу-забруднювача першого класу небезпеки – кадмію, що зумовлювалося знаходженням валового вмісту останнього переважно в межах ГДК. Найменший рівень екологічного ризику, який в деяких випадках навіть був прийнятним, було встановлено для нікелю. Рівень забруднення Zn та Cu в 5-10 ГДК (високий) відповідав рівню свинцю, проте, за рахунок їх значно нижчої токсичності, екологічний ризик відносився до середнього, однак як і для Pb неприйнятного.

Загалом рівень екологічного ризику при врахуванні сукупної дії від досліджуваних важких металів техногенних геохімічних аномалій в ґрунтах в межах промислових зон металургійних підприємств здебільшого був середнім, а в окремих випадках – високим. Визначений екологічний ризик як за окремими металами, так і за їх сукупністю був неприйнятним, що свідчить про значну небезпеку для здоров'я людини і високу вірогідність розвитку захворювань, в тому числі і онкологічних. Рівень онкологічних захворювань як причини смертності серед населення Дніпропетровської області становить 13,2 %, що значно перевищує середній показник по Україні, який складає 10,0 %.

Підсумовуючи вище зазначене слід відмітити, що найзначнішою екологічною загрозою виявилося забруднення ґрунтів свинцем, що спричинило неприйнятний рівень екологічного ризику по всіх досліджених територіях промислових зон урбоекосистеми м. Дніпро. З огляду на поліелементний характер утвореної техногенної аномалії, екологічний канцерогенний ризик був класифікований як неприйнятний, у більшості випадків – середній, а подекуди навіть високий. Існуюча екологічна ситуація потребує прийняття рішень спрямованих на відновлення якості грунтів і усунення джерела небезпеки.

Перелік посилань

1. Tong, D. Q., Gill, T. E., Sprigg, W. A., Van Pelt, R. S., Baklanov, A. A., Barker, B. M., et al. (2023). Health and safety effects of airborne soil dust in the Americas and beyond. Reviews of Geophysics, 61, e2021RG000763. https://doi.org/10.1029/2021RG000763

2. Яковишина Т. Ф. Використання показників екологічного ризику для оцінювання ступеня небезпеки забруднення сполуками металів ґрунтів урбоекосистем. (2022). Екологічні науки. 3(42):67-71. https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.3-42.11

3. United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2011). Exposure Factors Hand-book 2011 Edition (Final). Office of Emergency and Remedial Response, US Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ РОЗРОБЦІ МІГМАТИТОВИХ РОДОВИЩ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мороз Владислав Всеволодович, група 183м-24н-1
***Науковий керівник*: к.б.н., доц. Бучавий Юрій Володимирович**

Розробка мігматитових родовищ супроводжується інтенсивним техногенним навантаженням на атмосферне повітря, що зумовлено буро-підривними роботами, дробленням і сортуванням гірської маси, а також експлуатацією кар'єрного транспорту.

Мігматити, як високоміцні кристалічні породи, характеризуються підвищеним пилоутворенням із домінуванням дрібнодисперсних фракцій, які становлять найбільшу небезпеку для здоров'я населення та екосистем.

В умовах посилення екологічних вимог та гармонізації вітчизняного природоохоронного законодавства з європейськими стандартами, удосконалення технологій захисту атмосферного повітря при відкритій розробці мігматитових родовищ є актуальним і науково обґрунтованим завданням.

При відкритій розробці мігматитових родовищ основними джерелами викидів забруднюючих речовин є:

- буро-підривні роботи (пил, оксиди азоту, оксид вуглецю);
- дробильно-сортувальні комплекси (мінеральний пил з фракціями PM10 та PM2.5);
- навантажувально-розвантажувальні операції;
- пересування автосамоскидів кар'єрними дорогами;
- відвали розкривних і супутніх порід.

Особливу небезпеку становить неорганічний пил з високим вмістом вільного діоксиду кремнію, характерного для мігматитів.

Для оцінки фактичних характеристик забруднення атмосферного повітря від основних технологічних процесів було обрано підприємство ТОВ «Рибальський кар'єр», що здійснює видобування сировини для щебню з Рибальського родовища мігматитів.

Розробка гранітів в Рибальському кар'єрі глибиною до 80-100 м, пов'язана з бурінням свердловин, роботою в забоях на видобувних горизонтах екскаваторів, автосамоскидів, бульдозерів та іншої техніки робить специфічний вплив на мікроклімат в кар'єрі і безпосередній близькості від нього близькості. Це вплив виражається в забрудненні атмосферного повітря пилом, шкідливими речовинами, змінює температурний режим в кар'єрі, вологість.

Особливе вплив на мікроклімат надають проводяться в кар'єрі масові вибухи, що тягне за собою зміни напрямку руху потоків і швидкості повітря. На кар'єрі основними технологічними процесами, що впливають на забруднення атмосфери є: вибухові роботи, транспортування конвеєром сировини та її складування у середині кар'єру, транспортування продукції кар'єрними автошляхами. На рис. 1 наведено основні джерела забруднення та приземні концентрації забруднюючих речовин, розраховані за методикою ОНД-86.

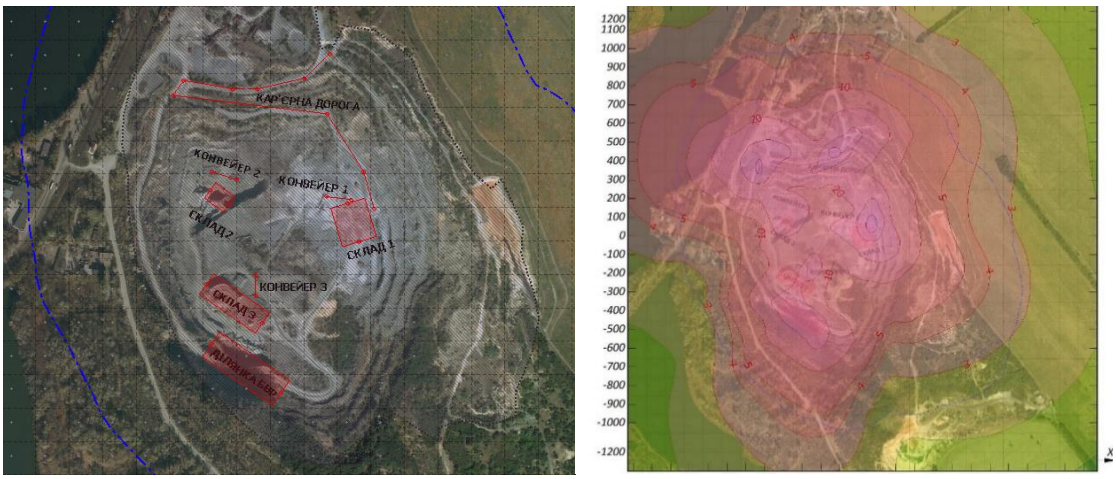


Рис. 1 Основні джерела забруднення та приземні концентрації забруднюючих речовин

Як бачимо з рис. на території кар'єру спостерігається значне перевищення приземних концентрацій пилу (до 10–20 ГДК), концентрація пилу на території санітарно-захисної зони перевищує рівень 5–10 ГДК, а на її межі із житловою забудовою концентрація пилу може досягати значень 2–4 ГДК за несприятливих метеорологічних умов. Все це вказує на необхідність заходів зі зменшення надходжень забруднюючих речовин, здебільшого пилу від основних технологічних процесів Рибальського кар'єру.

До основних застосовуваних заходів захисту атмосферного повітря належать:

- системи зрошення (водяне та емульсійне пригнічення пилу);
- аспіраційні установки з циклонними та рукавними фільтрами;
- герметизація дробильно-сортувального обладнання;
- організація санітарно-захисних зон;
- застосування малоемісійних вибухових матеріалів.

Однак ефективність традиційних заходів знижується в умовах високої міцності порід, значної глибини кар'єрів та сухого клімату. Удосконалення захисту атмосфери на мігматитових кар'єрах зазвичай спрямоване на боротьбу з дрібнодисперсним пилом та газовими викидами від техніки.

Перспективними напрямами удосконалення технологій захисту атмосферного повітря при розробці мігматитових родовищ є:

Інтелектуальні системи керованого пилопригнічення що передбачає впровадження автоматизованих систем зрошення з адаптивним керуванням, що реагують на швидкість вітру, вологість і концентрацію пилу в реальному часі.

Удосконалення буро-підривних робіт що передбачає застосування, електронних систем ініціювання, оптимізованих параметрів свердловин, тампонування свердловин інертними та пилопоглинаючими матеріалами.

Біотехнічні методи Формування багаторівневих зелених бар'єрів та фіторемедіаційних зон навколо кар'єрів і відвалів.

Варто відмітити, що для ефективного скорочення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря необхідно застосовувати інженерно-технічні заходи до усіх технологічних процесів при розробці мігматитових родовищ.

РОЛЬ БІОКРАСТУ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мулик Олександра Миколаївна, група ЕЛм-25-1ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., проф. Ковров Олександр Станіславович**

Деградація ґрунтів є серйозною глобальною проблемою, яка негативно впливає на стан довкілля, сільське господарство та продовольчу безпеку. Вона проявляється у втраті фізичних, хімічних і біологічних властивостей ґрунту, що призводить до зниження його родючості. Основними проявами деградації є ерозія, виснаження поживних речовин, підкислення, засолення та забруднення ґрунтів.

Основними причинами деградації є як природні процеси, так і діяльність людини, зокрема інтенсивне сільське господарство, використання хімічних добрив і пестицидів, вирубування лісів, перевипас худоби та урбанізація [1].

Деградація ґрунтів призводить до серйозних екологічних та економічних наслідків, зокрема зсувів, повеней, опустелювання, забруднення водойм і зниження виробництва продуктів харчування. Вона супроводжується такими процесами, як засолення, підкислення, дегуміфікація та ущільнення ґрунту, що погіршує його структуру і родючість [2].

У результаті знижується врожайність, втрачаються орні землі, погіршується якість води та скорочується біорізноманіття. У крайніх випадках деградація може призводити до повної непридатності ґрунтів для використання та розвитку процесів опустелювання.

В Україні проблема деградації ґрунтів є особливо актуальною. Незважаючи на те, що понад 60% території займають родючі чорноземи, значна частина земель уже деградована або забруднена. За різними оцінками, близько 10-12 млн га ґрунтів є деградованими, а до 20% ріллі зазнає техногенного впливу. Крім того, значні площі земель пошкоджені внаслідок воєнних дій, що спричиняє механічну, хімічну та біологічну деградацію ґрунтів. Це ще більше погіршує їхній стан та ускладнює відновлення родючості.

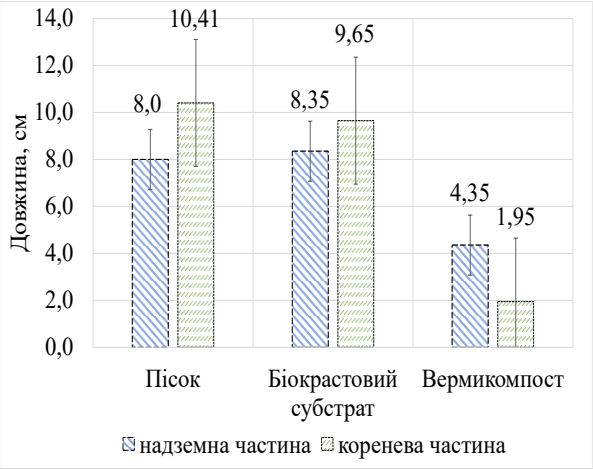
У зв’язку з цим актуальним є пошук ефективних та екологічно безпечних способів відновлення деградованих земель. Одним із таких перспективних напрямів є використання біологічних ґрунтових кірок (біокрастів).

Біокрасти являють собою угруповання мікроорганізмів, зокрема ціанобактерій, водоростей, грибів та лишайників, які формують щільний поверхневий шар ґрунту. Вони виконують важливі екологічні функції: стабілізують ґрунт, зменшують ерозію, сприяють утриманню вологи та накопиченню органічної речовини. Крім того, біокрасти беруть участь у фіксації азоту та формуванні сприятливого середовища для росту рослин та процесів сукцесії в екосистемах [3].

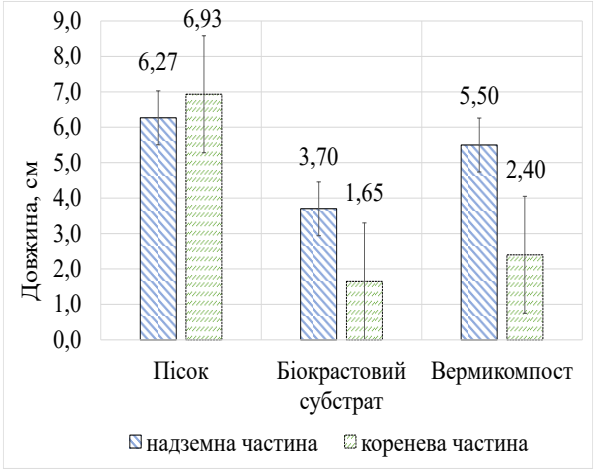
В рамках дослідження було оцінено вплив біокрасту на ріст рослин у різних умовах. Для експерименту використовувалися різні типи субстратів, зокрема ґрунт із біокрастом, звичайний ґрунт та пісок. У якості тест-культур були обрані рослини-фіторемедіанти, а саме сорго та рапс, які характеризуються стійкі-

стю до несприятливих умов, швидким ростом і здатністю покращувати стан ґрунтів.

Отримані результати показали, що використання біокрасту позитивно впливає на розвиток рослин. Зокрема, спостерігалося більш інтенсивне проростання насіння, кращий ріст і загальний стан рослин у варіантах із біокрастом. Найбільш помітні відмінності були зафіксовані на пізніших етапах розвитку, що свідчить про його довготривалий позитивний ефект.



а) сорго



б) рапс

Рис. 1 Результати вимірювання біометричних показників рослин-фіторемедіантів

Таким чином, можна зробити висновок, що біокрасти можуть розглядатися як ефективний природний інструмент для відновлення деградованих ґрунтів. Їх використання сприяє покращенню фізико-хімічних властивостей ґрунту, підвищенню його родючості та ефективності росту рослин. Це робить біокрасти перспективними для застосування в сучасних екотехнологіях фіторемедіації та відновлення порушених екосистем.

Перелік посилань

1. EOS Data Analytics. (2026, March 16). *Деградація ґрунту: Причини, наслідки та методи боротьб*и. EOSDA. https://eos.com/uk/blog/dehradatsiia-gruntiv/

2. SuperAgronom. Деградація ґрунтів України — причини і вплив на сільське господарство. https://superagronom.com/articles/727-mi-yih-vtrachayemo-grunti-ukrayini-bidniyut-i-degraduyut

3. Belnap, J., Kaltenecker, J. H., Rosentreter, R., Williams, J., Leonard, S., & Eldridge, D. (2001). Biological soil crusts: Ecology and management (Technical Reference 1730-2). U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management.

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ВТОРИННОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Олійник Ярослав Валентинович, група 183м-24н-1
***Науковий керівник*: к.б.н., доц. Бучавий Юрій Володимирович**

За тривалий період індустріалізації та активного користування надр на території Дніпропетровської області накопилася значна кількість відходів у зв'язку з наявністю мінеральної сировини з високим вмістом корисних компонентів, а також недосконалістю технологій та існуючого на той час обладнання. Взагалі, в Україні на теперішній час накопичено понад 30 млрд. т твердих відходів.

Більше 70% відходів утворено в результаті функціонування підприємств гірничо-металургійного та паливно-енергетичного комплексів. Ці відходи є техногенними ресурсами, що містять корисні компоненти – рідкоземельні метали, вугілля, глинозем, будівельну сировину тощо. Причому переробляється та утилізується тільки 33% від загального річного утворення.

Будучи важливим резервом отримання додаткових обсягів мінеральної сировини, техногенні родовища, які включають усі види промислових відвалів, шламо- і хвостосховища, місця разового складування відходів, останнім часом привертають до себе все більше уваги не тільки через свою ресурсну цінність, але також через необхідність їх ліквідації, як потужне джерело забруднення навколишнього середовища у районі свого розташування. Тому збільшення обсягів їх утилізації є актуальною народно-господарської проблемою.

Однією з основних проблем підприємств гірничої і переробної галузі є накопичення великої кількості відходів, які представлені відвальними породами видобутку, збагачення і переробки руд чорних і кольорових металів, нерудної сировини, шлаками та золами ТЕС, породами вуглевидобутку та вуглезбагачення тощо, які займають площу 160 тис. га і одночасно негативно діють на стан геолого-екологічного середовища. В той же час техногенні відходи вміщують велику кількість цінних компонентів, які можуть бути потенційними джерелами мінеральної сировини. Прогнозні оцінки переробки промислових відходів можуть забезпечити потреби України скандієм, галієм, ітрієм, германієм, ртуттю, ніобієм, танталом – на десятки років, а також свинцем, цинком, міддю, ванадієм, цирконієм, золотом, сріблом – 10-25% від щорічних потреб.

Вторинна мінеральна сировина (шлаки, золовідвали, хвости збагачення, будівельні відходи тощо) містить значні обсяги корисних компонентів, але її переробка часто пов'язана з:

- пиловими та газовими викидами;
- забрудненням ґрунтів і вод важкими металами;
- утворенням небезпечних відходів;
- високим енергоспоживанням.

Тому підвищення екологічної безпеки є ключовою умовою сталого розвитку промисловості.

Незважаючи на труднощі і ризики, перспективність використання сировини з породних відвалів та шламонакопичувачв очевидна, тому їх утилізація дозволяє вирішувати одночасно цілий ряд економічних, соціальних та екологічних проблем.

За результатами критичного аналізу літературних джерел були визначені найбільш доцільні напрями підвищення екологічної безпеки під час переробки вторинної мінеральної сировини можна поділити на наступні:

– удосконалення технологій переробки за рахунок маловідходних та безвідходні технології (комплексне використання сировини).

– використання сухих та напівсухих методів збагачення, що зменшують обсяги стічних вод.

– впровадження низькотемпературні та енергоощадні процеси замість традиційних плавильних.

Іншою ефективною системою заходів є зниження забруднюючих речовин при переробці вторинної мінеральної сировини, зокрема:

– зменшення пилогазових викидів на збагачувальних фабриках за рахунок герметизації технологічного обладнання, застосування аспіраційних та вентиляційні системи з очищенням повітря на основі використання сучасних фільтрів (рукавних, електрофільтрів, циклонів);

– очищення та замкнені цикли водокористування та впровадження оборотних і замкнених систем водопостачання;

– встановлення локальних очисних споруд для стічних вод на відміну від централізованого водовідведення;

– вилучення цінних компонентів зі шламів і відстійників призводить до зменшення концентрацій цих компонентів у водному середовищі; .

Особливо вагомою складовою також є безпечне поводження з відходам є стабілізація та нейтралізація небезпечних компонентів, зокрема:

– використання залишків як вторинних матеріалів у будівництві (цементи, заповнювачі, дорожні основи);

– екологічно безпечне складування залишкових відходів у спеціально відведених місцях

– інвентаризація місць утворення та видалення промислових відходів.

Окремо варто застосовувати й організаційно-управлінські заходи на підприємствах з переробки мінеральної сировини, в тому числі:

– екологічний моніторинг викидів, скидів і стану ґрунтів;

– впровадження систем екологічного менеджменту (ISO 14001);

– оцінка впливу на довкілля (ОВД) при впровадженні нових технологій;

– навчання персоналу з питань екологічної безпеки.

Таким чином, підвищення екологічної безпеки при переробці вторинної мінеральної сировини є стратегічним завданням, що поєднує екологічні, економічні та технологічні аспекти. Його реалізація можлива лише за умови комплексного підходу: модернізації технологій, ефективного екологічного управління та державної підтримки інновацій.

THE ROLE OF BIOMARKERS IN THE DIAGNOSTICS OF CORONAVIRUS DISEASE

Dnipro University of Technology

Omelianenko Vadym, student gr. 091-22-1
Scientific supervisor: **Candidate of Biological Sciences, Assoc. Prof. Voronkova Yuliia**

COVID-19 (Coronavirus disease 19), caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection, originated in Wuhan, China, in 2020 [1]. The National Institutes of Health (NIH) classify five stages of COVID-19 based on severity. These are asymptomatic or presymptomatic, mild, moderate, severe, and critical illnesses [2]. Symptomatic clinical presentations include dyspnea, fever, cough, pharyngitis, nausea, anorexia, anosmia, dysgeusia, cephalgia, malaise, myalgia, and diarrhea. Dyspnea, fever, and cough are the most common presentations in 70% of cases, followed by myalgia (36%) and cephalgia (34%) [1].

There are two primary categories of diagnostic techniques for SARS-CoV-2 infection recommended by the WHO and FDA. These are nucleic acid amplification tests (NAAT) and serological tests for viral antigens [3].

Biochemical markers (BM) play an important role in the early identification of COVID-19 and monitoring of infected people in order to evaluate the severity of infection and providing the proper care and optimum management to decrease mortality rate and disease progression [4-6]. Biomarkers are defined as measurable biochemical substances that are used to recognize and indicate the presence and severity of a disease, or a patient's response to therapeutic interventions [1, 7]. Various biomarkers are available to assess the severity of COVID-19 infection. These markers have various potential benefits: (1) identification and recognition of at-risk patients; (2) stratification of COVID-19 severity; (3) assistance in the establishment of admission or intensive care criteria; (4) treatment guidance via response assessment; (5) prognosis evaluation [8]. These biomarkers can also be sorted into different categories: (1) host immune response markers that are immunological and inflammatory in nature; (2) hematological abnormality markers; and (3) end-organ injury and systemic response markers including, but not limited to, coagulation factors, cardiac enzymes, and renal function markers [8].

One of the key characteristics of the disease is the virus's impact on the body's organs and systems, which is reflected in changes in blood biochemical markers. Some common trends include a decrease in lymphocyte count and an increase in the concentration of inflammatory markers, such as C-reactive protein. An increase in enzyme activity has also been observed, for example, in lactate dehydrogenase and aspartate aminotransferase, which may indicate tissue damage, particularly in the lungs [9]. Blood biochemical markers, such as C-reactive protein (CRP), ferritin, procalcitonin (PCT), D-dimer, and other parameters, are important indicators for assessing patients' condition and monitoring disease progression. They can provide valuable information about the body's systemic response to the coronavirus and the extent to which the disease affects various organs and systems.

CRP is a sensitive systemic indicator of acute inflammation, infection and tissue damage. CRP level is usually low in the bloodstream. Following acute inflammatory reactions, serum CRP increases significantly within 12–24 h, with a 20–72 h plateau and a subsequent return to baseline levels in 3–7 days [1]. Almost 100% of people suffering from the disease COVID-19 have an elevated concentration of CRP at diagnosis, and the initial concentration and its increase during the development of the disease are useful prognostic indicators of the severity of the disease and the development of complications [10]. CRP can be used as a biomarker for disease progression and severity in COVID-19 patients.

Ferritin is a positive reactant of the acute phase and its concentration increases proportionally with the intensity of inflammation. A high concentration is a prognostic marker that warns of the severity of all diseases whose basis is inflammation, including the disease of COVID-19. Increased ferritin level is seen in bacterial and/or viral infections, hemochromatosis, and long-term transfusion [11].

Procalcitonin increases within four hours of response to infection or acute injury as an acute inflammatory marker, peaks at 6 h with a plateau at 8–24 h, and a return to baseline levels in 2–3 days [1]. Increased serum PCT level is associated with a high risk of bacterial infections and sepsis rather than viral infections, and PCT has previously been used to distinguish between bacterial and viral infections [12]. However, elevated PCT levels are correlated with the severity of SARS-CoV-2 infection [11].

COVID-19 severity can range from mild to critical. Clinical and analytical findings are crucial to identify patients at high risk of direct treatment and improve clinical outcomes. Elevation of organ-specific damage biomarkers is associated with poor prognosis. Classic inflammatory biomarkers, such as C-reactive protein, procalcitonin, IL-6 and ferritin, have been proven pivotal in assessing patient severity.

New biomarkers are being studied, although more studies are needed to confirm their roles.

References

1. Biomarkers during COVID-19: Mechanisms of Change and Implications for Patient Outcomes. / Chen C.-H., Lin S.-W., Shen C.-F. [et al] / Diagnostics 2022, 12, 509. https://doi.org/10.3390/ diagnostics12020509

2. COVID-19 clinical presentation, management, and epidemiology: a concise compendium / Maison D.P., Tasissa H., Deitchman A. [et al] / Front. Public Health. 2025. 13:1498445. doi: 10.3389/fpubh.2025.1498445

3. Comprehensive Review of COVID-19: Epidemiology, Pathogenesis, Advancement in Diagnostic and Detection Techniques, and Post-Pandemic Treatment Strategies. / Chung Y.-S., Lam C.-Y., Tan P.-H. [et al.] / Int. J. Mol. Sci. 2024, 25, 8155. https://doi.org/10.3390/ ijms25158155

4. Sami A. ALTERATIONS IN BIOCHEMICAL MARKERS OF COVID-19 AND USING IT AS DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC TOOLS GLOBAL JOURNAL OF PUBLIC HEALTH MEDICINE 2021, VOL 3, ISSUE 1. P.327-340.,

5. Ballman K.V. Biomarker: Predictive or prognostic? Journal of Clinical

Oncology. 2015. 33(33), 3968–3971. https://doi.org/10.1200/JCO.2015.63.3651,

6. DYNAMICS OF BIOCHEMICAL MARKERS IN BLOOD IN CORONAVIRUS DISEASE / Narbiekova A.V., Voronkova Y.S., Pavlova O.O. [et al.] / Bulletin of problems biology and medicine, 2026. Iss.1, 180, P. 298-309. DOI: 10.29254/2077-4214-2026-1-180-298-309

7. Downing G. Biomarkers definitions working group. Biomarkers and surrogate endpoints. Clin. Pharmacol. Ther. 2001, 69, 89–95.

8. Samprathi M., Jayashree M. Biomarkers in COVID-19: An Up-To-Date Review. Front. Pediatr. 2021, 8, 607647.

9. Unique epidemiological and clinical features of the emerging 2019 novel coronavirus pneumonia (COVID-19) implicate special control measures 42 / Y. Wang, Y. Wang, Y. Chen [et al.] // Journal of medical virology. 2020. 92(6). P. 568-576.

10. Gashi Z., Kadrija M. Pathological changes of biochemical, hematological and coagulation analyses in patients with COVID-19 disease / Italian Journal of Medicine 2024. vol. 18:1723.

11. Potential role of biochemical markers in the prognosis of COVID-19 patients. / Niraula A, Baral N., Lamsal M. [et al.] / Sage Open Medicine. 2022;10. doi:10.1177/20503121221108613

12. Relationship between acute kidney injury and serum procalcitonin (PCT) concentration in critically ill patients with influenza infection / Rodríguez A., Reyes L., Monclou J. [et al.] / Med. Intensiv. 2018, 42, 399–408.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ГІРСЬКОЇ МАСИ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Орешков Владислав Сергійович, група 183м-24н-1
***Науковий керівник*: к.б.н., доц. Бучавий Юрій Володимирович**

Транспортування гірської маси на залізорудних кар'єрах Криворізького басейну є одним із головних джерел забруднення атмосферного повітря, за обсягами викидів пилу та газів і небезпекою для довкілля поступається лише буровибуховим роботам. Основними забруднювачами є пил (залізисті кварцити), діоксид азоту, чадний газ та вуглеводні, що утворюються внаслідок роботи дизельних кар'єрних самоскидів (наприклад серії БелАЗ, Komatsu або Caterpillar) та пиління кар’єрних автодоріг що не мають капітального покриття.

Специфіка небезпеки для довкілля та здоров'я від емісії забруднюючих речовин при транспортуванні полягає в тому, що підвищений вміст пилу (PM10, PM2,5) перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) на прилеглих територіях, і такий пил має складних хімічний склад – містить оксиди заліза, нікелю, марганцю тощо а відпрацьовані гази – канцерогенні речовини, які провокують хвороби дихальних шляхів (бронхіт, астма, алергії). Небезпека для мешканців прилеглих територій пов’язана з тим що дрібнодисперсний пил може переноситися вітром на відстань до 40–70 км від місця видобутку.

Специфіка умов Криворізького басейну посилює забруднення повітря при транспортуванні гірської маси за рахунок значних глибин кар’єрів і відповідно протяжністю кар’єрних доріг транспортування, значних обсяги перевезень що становлять десятки мільйонів тон гірської маси в рік, а також континентальним кліматом з тривалими посушливими періодами і відносно нетривалим зимовим періодом зі стійким сніговим покривом.

Традиційно в кар’єрах Криворізького залізорудного басейну для транспортування гірської маси застосовують комбіновану транспортну систему, вибір елементів якої залежить від глибини кар’єру, продуктивності, фізико-механічних властивостей руди та породи. Натомість основний об’єм гірської маси перевозиться автотранспортом. Типові моделі, що застосовуються в для перевезення гірської маси в Кривбасі: автосамоскиди БелАЗ-75131, 75135, 75139 (вантажопідйомність 130–160 т), а також великотоннажні автосамоскиди серій БелАЗ-75306, 75318 (180–220 т). На окремих кар’єрах експлуатуються також автосамоскиди Caterpillar 785, 789 та Komatsu HD785 .

Таким чином, основними джерелами забруднення при транспортуванні є:

- пил з автодоріг: рух важкої техніки (110–130 т) кар'єрними шляхами піднімає значну кількість пилу, що складає понад 60–70% від загальних викидів при транспортуванні;
- відпрацьовані гази: двигуни внутрішнього згоряння спецтехніки викидають оксиди азоту, вуглецю та діоксид сірки тощо;

– навантаження та розвантаження: пил виділяється при виїмці, завантаженні в кузови та розвантаженні породи у відвали;

– вітровий знос: пил здувається з поверхні насипаних у кузов порід під час руху самоскида.

У зв'язку з цим за даними літературних джерел було виконано пошук різноманітних заходів щодо зниження забруднення атмосферного повітря при транспортуванні гірської маси. Узагальнений аналіз заходів зведено до табл. 1.

Таблиця 1

Заходи зі зниження забруднення атмосферного повітря при транспортуванні гірської маси на залізорудних кар'єрах

Група заходів	Конкретні заходи	Джерело забруднення	Екологічний ефект
Пилопригнічувальні	Зрошення автодоріг водою або пилофіксуючими розчинами	Вторинне пилінння з доріг	Зменшення концентрації пилу на 50–80 %
	Зволоження гірської маси перед завантаженням і транспортуванням	Пил при навантаженні та русі	Зниження утворення дрібнодисперсного пилу
	Укриття кузовів автосамоскидів тентами	Здування пилу з вантажу	Обмеження розсіювання пилу вітром
Конструктивні	Використання закритих або напівзакритих стрічкових конвеєрів	Пил від конвеєрного транспорту	Майже повна локалізація пиління
	Герметизація перевантажувальних і пересипних пунктів	Пил у місцях пересипання	Зниження локальної запиленості
Технологічні	Впровадження циклічно-потокової технології (ЦПТ)	Вихлопні гази та пил від автотранспорту	Зменшення обсягу автоперевезень
	Оптимізація транспортних маршрутів і скорочення плеча перевезень	Вихлопні гази ДВЗ	Скорочення викидів CO, NO_x
Транспортні	Перехід від автомобільного до залізничного транспорту	Вихлопні гази дизельних машин	Відсутність локальних газових викидів
	Застосування електрифікованого транспорту (електровози, конвеєри)	Газоподібні викиди	Підвищення екологічності перевезень
Технічні	Модернізація двигунів автосамоскидів, каталізатори	NO_x, CO, сажа	Зменшення токсичних компонентів вихлопу
	Регулярне технічне обслуговування транспорту	Неповне згорання палива	Стабільне зниження шкідливих викидів
Організаційні	Обмеження швидкості руху в запилених зонах	Підйом дорожнього пилу	Зменшення вторинного пиління
	Обмеження перевезень у періоди сильного вітру	Пил, що переноситься повітрям	Зменшення розсіювання забруднень

Інженерно-екологічні	Встановлення аспіраційних і пиловловлювальних систем	Пил у зонах пересипу	Локальне очищення повітря
Планувальні	Озеленення та створення санітарно-захисних зон	Пил та гази за межами кар'єру	Зменшення впливу на навколишні території

Найбільш доцільними заходами зі зниження викидів пилу можуть бути:

– **Орошення автодоріг:** регулярний полив кар'єрних доріг водою або спеціальними розчинами (бішофіт, хлористі солі) для зв'язування пилу.

– **Використання техніки з вищим екологічним класом:** модернізація автопарку та використання екологічнішого палива.

– **Вкривання кузовів:** застосування спеціальних тентів для запобігання здування пилу під час транспортування.

Отже знепилення автошляхів виявилося найбільш дієвим та відносно недорогим заходом. Даних захід передбачає:

– **Регулярне зрошення водою:** використання спеціальних поливальних машин для зволоження дорожнього полотна, особливо в суху та вітряну погоду.

– **Хімічне зв'язування пилу:** Застосування спеціальних речовин (гігроскопічні матеріали, солі/розсоли, полімерні емульсії), які зв'язують частинки пилу, запобігаючи їх підніманню в повітря.

– **Стабілізація дорожнього покриття:** Створення «дорожньої сорочки» з бітумної емульсії, що зменшує утворення пилу на 90%+ порівняно з небітумованими дорогами.

Зниження забруднення повітря при транспортуванні гірської маси (руди) на залізорудних кар'єрах досягається комплексом заходів: зрошенням автодоріг, хімічним зв'язуванням пилу, використанням критих конвеєрів, оптимізацією швидкості руху та озелененням. Це зменшує викиди пилу від коліс, навантаження та вивітрювання при транспортуванні.

Варто зауважити, що саме комплексне застосування наведених заходів призведе до значного скорочення емісії пилу під час транспортування гірської маси, що знизить рівень забруднення атмосферного повітря та небезпеку для здоров'я мешканців на прилеглих до виробництва територіях.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ІЗ ЧАСТКОВИМ ОЗЕЛЕНЕННЯМ УКОСІВ ТА ЯРУСІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Питлюк Владислав Русланович, група 183м-24н-1
***Науковий керівник*: к.б.н., доц. Бучавий Юрій Володимирович**

За двохсотлітній період розробки вугільних родовищ в Україні в процесі складування виданої на поверхню гірської маси утворилося понад півтори тисячі породних відвалів, в яких накопичилося близько 4 млрд. т «порожньої» породної маси. Процес відвалоутворення триває і понині – щорічно у відвали видається близько 40 млн. м^3 породи. Особливо гостро проблема шахтних відвалів актуальна для великих і малих населених пунктах Західного Донбасу, де високі відвали (терикони) стали невід'ємною частиною ландшафту.

Усі поверхневі накопичення гірських порід стають активним джерелом тонкодисперсного пилу. Шахтні породи в териконах, схильні до самозаймання, забруднюють повітря та ґрунти продуктами горіння, передусім сірчаними сполуками. У гірничопромислових регіонах породні відвали є основними джерелами забруднення, що чинять негативний вплив на всі компоненти природного середовища і здоров'я населення. Шкідливі речовини з поверхні відвалів потрапляють в повітря, ґрунт і водні об'єкти. Відвальні масиви негативно впливають на водний режим, погіршують якість поверхневих і ґрунтових вод, змінюють повітряні потоки, призводять до деградації ландшафту.

Оскільки породні відвали мають значний негативний вплив на довкілля, для зменшення їх небезпеки зазвичай запроваджують типові заходи, зокрема такі як рекультивація, закріплення поверхонь що пилять, розробка породного відвалу на будівельні матеріали, перенесення відвальної маси у відпрацьований порожній простір шахти або кар’єру та інші. Кожен з вищезазначених засобів має свої переваги, недоліки та обмеження, зокрема з урахуванням дефіциту коштів на проведення робот з рекультивації. Таким чином, виникає необхідність в обґрунтуванні і запроваджені нових засобів, більш ефективних за техніко-економічними показниками.

Одним з оптимальних способів зниження екологічної небезпеки відвалів є рекультивація з частковим (вибірковим) озелененням їх площ. Ідея даного способу полягає в озелененні периметру ярусів відвалу, його верхівки та створення між’ярусних зелених смуг.

Згідно запропонованої технології рекультивації із частковим озелененння в першу чергу створюються вертикальні лісосмуги, тобто ті що простягаються від основи відвалу до його верхівки за 8 румбами. Після формування газонів згідно проєкту, на другому етапі здійснюється висадка саджанців дерев, стійких до несприятливих умов, зокрема сульфідних ґрунтів. На рисунках 1 та 2 представлено схеми та 3-D моделі елементів зелених насаджень для вертикальних та горизонтальних лісосмуг, адаптованих для типового породного відвалу. Таке розташування дерев та чагарників необхідне для створення ефективної зеленої смуги для забезпечення екранування та фільтрації пилу.

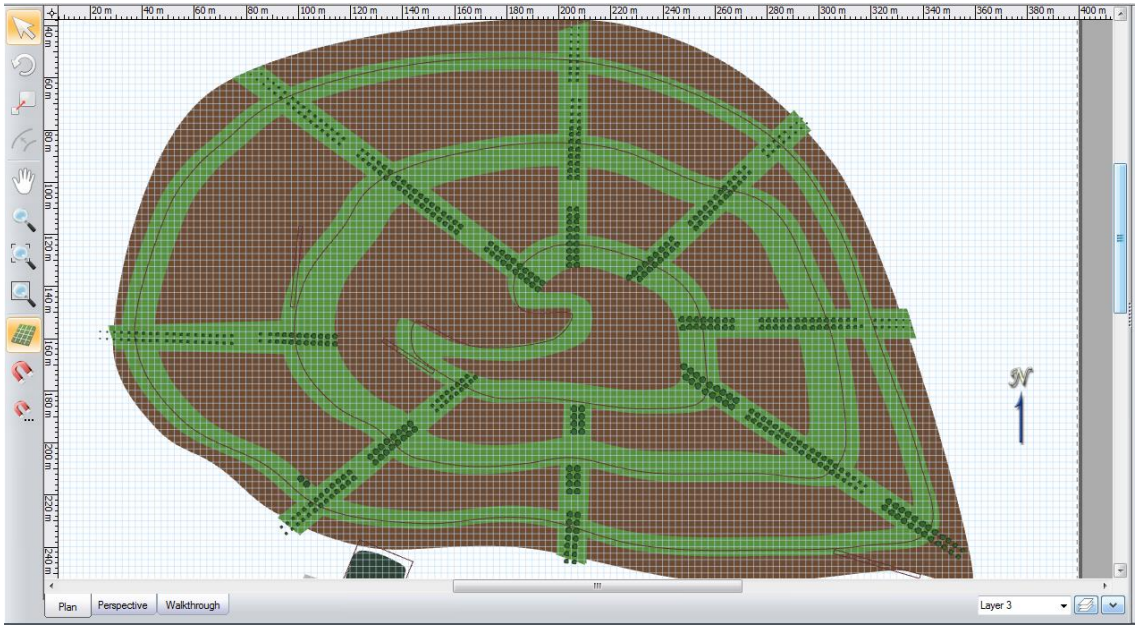


Рис. 1 План відвалу з вертикальними лісосмугами

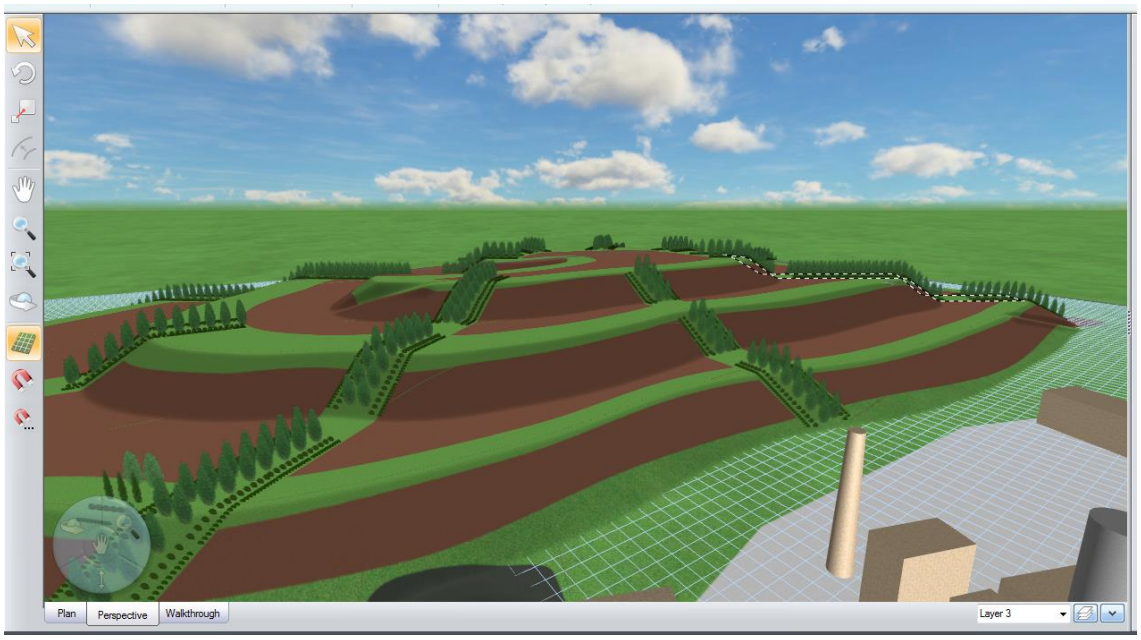


Рис. 2 3-D модель відвалу з вертикальними лісосмугами

Таким чином, часткове озеленення відвалу сприятиме зниженню пилу, що здіймається з робочих поверхонь за рахунок її утримання зеленими насадженнями, з дерев та чагарників, що розташовані поперек вітру незалежно від його напрямку.

Запропонована схема дозволяє в 3 рази скоротити обсяги робіт та собівартість рекультивації за рахунок зменшення площі що озеленюється. Окрім того, деякі з бортів породного відвалу можна використовувати для накопичення гірської маси, або навпаки для його розробки у якості техногенного родовища. Запропонований у роботі підхід до рекультивації може бути застосований до інших породних відвалів вугільних шахт.

ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ЗЕЛЕНИХ ЗОН В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Поступальська Наталія Олексіївна, група 101-23-1 ІП
Науковий керівник: **ас. Грунтова Валентина Юріївна**

Зелені зони (парки, сквери, лісопарки тощо) відіграють ключову роль у концепції сталого розвитку урбанізованих територій, перетворюючись із просто «місць для відпочинку» на функціональну «зелену інфраструктуру», що забезпечує екологічну, соціальну та економічну стійкість міст. Вони виступають невід'ємним фактором екологізації міського простору з урахуванням рекреаційних потреб мешканців.

Особливий правовий режим воєнного стану в Україні кардинально змінив характер антропогенного навантаження на зелені зони у містах, створивши парадоксальну ситуацію: одночасне зростання рекреаційного навантаження на окремі парки у тилових містах та часткове/повне обмеження їх використання у зв’язку з небезпекою у прифронтових регіонах.

За таких умов відбувається своєрідна трансформація рекреаційної діяльності з моделі «масового дозвілля» до «адаптивної, соціально-орієнтованої» моделі, де зелені зони виступають необхідним ресурсом для виживання та психологічної стійкості мешканців.

Зелені зони стали критично важливими для ментального здоров'я населення, водночас потерпаючи від екологічних наслідків воєнних дій.

Основні чинники впливу на зелені зони міст можна умовно поділити на 2 групи: прямі (військові) та опосередковані (соціально-економічні).

1. Прямий фізичний вплив бойових дій

- *вибухи та утворення вирв*: ракетні та артилерійські обстріли руйнують ґрунтовий покрив, пошкоджують коріння та стовбури дерев, перетворюючи паркові території на зони з вирвами;
- *пожежі та загоряння*: масштабні пожежі, спричинені обстрілами (в т.ч. запалювальними боєприпасами), знищують зелені насадження, особливо на околицях міст (наприклад, у Харкові, Херсоні, на Донеччині);
- *руйнування важкою технікою*: пересування військової техніки та облаштування окопів у парках і скверах призводить до компакції (ущільнення) ґрунту, що фізично пошкоджує рослинність та перекриває доступ повітря до коріння;
- *мінування територій*: замінування зелених зон унеможливлює догляд за ними, а також становить смертельну небезпеку для людей;
- *токсичні залишки вибухових речовин*: у ґрунт, атмосферне повітря та водні джерела потрапляють важкі метали (свинець, кадмій, мідь) та шкідливі хімічні сполуки від вибухів снарядів, що отруюють ґрунт і рослини на роки;
- *фосфорні боєприпаси та паливо*: внаслідок пожеж, спричинених воєнними діями, виділяється значна кількість токсичних речовин, а розливи палив-

но-мастильних матеріалів від знищеної техніки забруднюють ґрунт та ґрунтові води.

2. Соціально-економічні та екологічні чинники

• *перерозподіл навантаження*: через небезпеку або обмеження доступу до заміських зон відпочинку, рекреаційне навантаження збільшилось на міські парки та сквери. Люди шукають безпечні місця для прогулянок у максимальній близькості до дому;

• *ментальна потреба*: підвищений рівень стресу збільшив потребу населення в рекреації як способі психологічного розвантаження, що підвищує відвідуваність доступних зелених зон;

• *зміна пріоритетів*: частина парків та скверів тимчасово втратили рекреаційну функцію, перетворившись на місця небезпеки (через ризик мінування або обстрілів), або ж навпаки – стали місцем для облаштування тимчасових укриттів чи пунктів допомоги, використовуються для проїзду техніки тощо;

• *розширення функцій*: парки стають не лише місцем відпочинку мешканців, а й зонами адаптивної рекреації, ментальної реабілітації для внутрішньо переміщених осіб (ВПО);

• *обмеження та неможливість доступу*: через безпекові ризики або окупацію доступ відпочиваючих до зелених зон та догляд за ними обмежено/ припинено;

• *нестача фінансування та персоналу*: бюджети громад переорієнтовані на оборону, через що комунальні служби не мають достатньо коштів на благоустрій, висадку нових дерев, санітарну обрізку чи догляд за газонами;

• *незаконні вирубки*: під час воєнних дій посилюються неконтрольовані вирубки дерев для облаштування фортифікацій або опалення;

• *антропогенне навантаження*: збільшення кількості відвідувачів за рахунок ВПО на обмежених ділянках, висока інтенсивність використання рекреаційних зелених зон обумовлюють посилене витоптування, засмічення та навантаження на природні комплекси й інфраструктуру;

• *загроза біорізноманіттю та деградація екосистем*: порушуються природні процеси через забруднення повітря, грунтів та водних джерел, вплив шумового фактору, руйнування водойм (наприклад, підрив Каховської ГЕС призвів до висихання або затоплення прибережних зелених зон, зміни рівня ґрунтових вод), зменшується біорізноманіття природних комплексів та ін.

Виходячи з цього, нормування, моніторинг та регулювання антропогенного навантаження на зелені зони є вкрай актуальними та необхідними заходами для запобігання деградації міських екосистем, збереження біорізноманіття, дотримання санітарно-гігієнічних норм, створення комфортних умов для відпочинку населення та забезпечення сталого розвитку територій.

Забезпечення екологічної стійкості зелених зон виступає важливою умовою формування «розумних» та стійких міст, оскільки розглядається не тільки в аспекті розвитку ландшафтної архітектури, а і в якості критичної складової екологічної безпеки та здоров'я населення.

АНАЛІЗ ЕПІДЕМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ПОШИРЕННЯ ВІРУСУ СКАЗУ В УКРАЇНІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Риндіна Наталія Андріївна, група 091-24-1
***Науковий керівник:* к.б.н., доц. Сідашенко Ольга Ігорівна**

Відомо, що однією із найпоширеніших причин розвитку інфекційних захворювань багатьох живих організмів на нашій планеті є віруси. Це пов'язано з тим, що віруси швидко піддаються мутаційним змінам, мають високі показники адаптаційних властивостей та стійкі до дій різних факторів навколишнього середовища. Вірус сказу *(Rabies virus)* – це один із найдавніших вірусів, з яким зустрічалося людство за останні 2 тис. років.

Сказ – це гостре інфекційне захворювання, що вражає тварин і людину, викликане нейротропним вірусом *Rabies virus* та характеризується стрімким перебігом. Передається людині через слину та інші рідини хворих ссавців, характеризується ураженням ЦНС і має смертельні наслідки. За даними ВООЗ захворювання на сказ входить у п'ятірку найбільш небезпечних зоонозів та зустрічається у 150 країнах нашої планети, переважно в Азії та Африці [8].

Під час захворювання людина може відчувати головну біль, неспокій, гідрофобію, слабкість, підвищену температуру, далі – параліч та смерть. У тварин спостерігається слинотеча, агресія або млявість. У важких формах також — параліч та смерть. Для запобігання негативних наслідків, після можливого контакту з хворою твариною обов'язково необхідно вчасно вакцинуватись, а також уникати контакту з маловідомими тваринами. В перші хвилин після укусу або потрапляння рідини від інфікованої тварини, людині потрібно промити рану з милом, продезінфікувати місце ураження антисептиком, звернутись до лікаря [11] для проведення екстреної вакцинації (6 щеплень за схемою). Так як, специфічного лікування, яке б вилікувало хворого на стадії симптомів, не існує.

За даними Центру громадського здоров'я МОЗ України через війну багато домашніх і свійських тварин залишилися покинутими. Дикі тварини мігрують із небезпечних зон до спокійніших територій. Також бойові дії значною мірою завадили провести профілактичні заходи у більшості областей України — планові вакцинальні кампанії для домашніх і диких тварин, а також контроль за популяцією безпритульних [11, 2] та диких тварин.

За 2022 р. в Україні було зафіксовано 850 випадків зараження *Rabies virus* у тварин. На жаль, 2 людини загинуло. Найбільша кількість випадків захворювання тварин на сказ була зареєстрована у Вінницькій, Хмельницькій та Київський областях, а найменша — у Чернігівській, Сумській, Запорізькій та Полтавській областях. Було виділено 469 небезпечних регіонів щодо поширення сказу [6].

У 2023 р. динаміка зафіксованих випадків зараження вірусом у тварин збільшилась вдвічі – 1845, 1 людина у Вінницькій області загинула. Виділено

загалом 643 небезпечних пунктів щодо сказу, що на 27 % більше майже ніж у 2022 році [7, 9].

У 2024 році кількість зафіксованих випадків зараження тварин знову підвищилася до 2507. На жаль, у Дніпропетровській та Харківській областях 2 людини загинуло. Кількість небезпечних районів, у яких спостерігали поширення вірусу становила 859, що на 25% вище ніж у 2023 році [7, 9].

Потрібно відмітити, що у 2025 році динаміка поширення заражених тварин знизилася на 10% — приблизно до 2 255 випадків, проте 2 людини загинули (Дніпропетровська та Львівська області). Встановлено 1089 небезпечних пунктів пов'язаних із захворюванням тварин на сказ [7, 10].

З початку 2026 року (за 4 місяці) було виявлено 43 випадки зараження тваринами *Rabies virus,* 1 людина загинула (Харківська область) [1, 2, 3, 4, 5]. Дані результати наведено на рисунку 1.

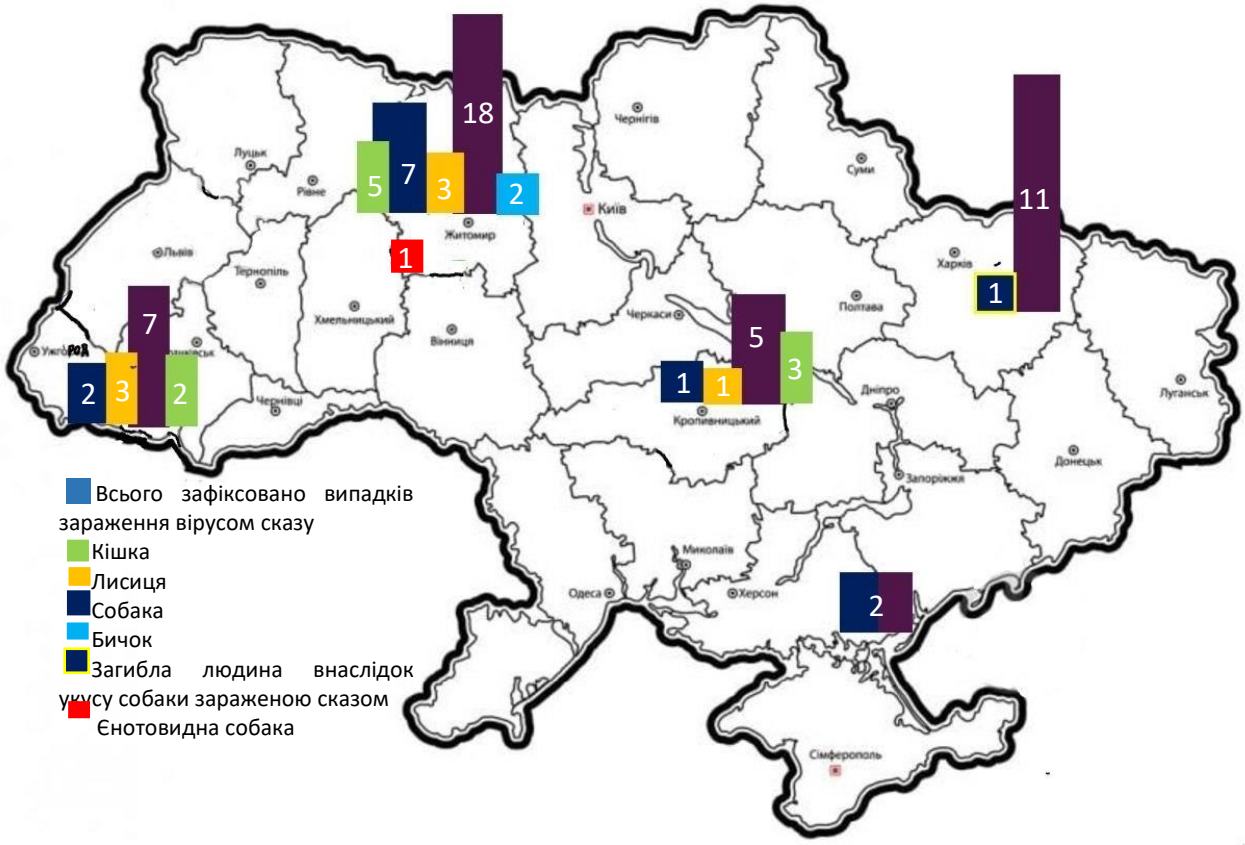


Рис. 1 Випадки зараження тварин вірусом сказу в 2026 році

Таким чином, проаналізувавши дані за 2022-2026 рр. можна стверджувати, що до 2025 року процес захворюваності та поширення збудника сказу *Rabies virus* серед тварин продовжував збільшувався, проте наразі помітне поліпшення ситуації. Безхатні або не вакциновані собаки та коти залишаються основними переносниками вірусу, що підкреслює необхідність суворого контролю даної ситуації. Тому, для попередження поширення вірусу сказу потрібно проводити своєчасне виявлення осередків поширення захворювання та проведення вакцинації як диких, так і домашніх тварин та поширювати інформацію серед населення.

Перелік посилань

1. У 2026 році на Харківщині зареєстровано летальний випадок серед людей внаслідок сказу: чому важливо одразу звертатися до медиків і щеплювати тварин. URL: https://zlatopil-rada.gov.ua/news/1770361635/

2. Увага – Сказ! URL: https://zk.cdc.gov.ua/news/uvaga-skaz-2/

3. Продовжуємо забезпечувати епізоотичне благополуччя Херсонщини: результати за І квартал 2026 року. URL: https://dpss.gov.ua/news/prodovzhuiemo-zabezpechuvaty-epizootychne-blahopoluchchia-khersonshchyny-rezultaty-za-i-kvartal-2026-roku

4. На Кіровоградщині в січні лабораторно підтверджено 5 випадків сказу. URL: https://dpss.gov.ua/news/na-kirovohradshchyni-v-sichni-laboratorno-pidtverdzheno-5-vypadkiv-skazu

5. Епізоотична ситуація зі сказу та АЧС в Житомирській області. URL: https://zt-dpss.gov.ua/%d0%b1%d0%b5%d0%b7-%d1%80%d1%83%d0%b1%d1%80%d0%b8%d0%ba%d0%b8/%d0%b5%d0%bf%d1%96%d0%b7%d0%be%d0%be%d1%82%d0%b8%d1%87%d0%bd%d0%b0-%d1%81%d0%b8%d1%82%d1%83%d0%b0%d1%86%d1%96%d1%8f-%d0%b7%d1%96-%d1%81%d0%ba%d0%b0%d0%b7%d1%83-%d1%82%d0%b0-%d0%b0%d1%87%d1%81-%d0%b2-2/

6. Гриценко К.С., Мельник О.А. Епідемічна ситуація зі сказу в Україні в умовах війни (2022-2024 роки) // Science, education and innovation: an interdisciplinary approach to the development of society: International scientific-practical conference. Aarhus (Denmark), 2025. С. 32-35.

7. Бугаєнко Н., Туяхов М. Огляд ситуації зі сказу серед тварин та людей в Україні // Онлайн-зустріч ´Міжрегіональна координація та обмін досвідом у сфері профілактики та боротьби зі сказом: виклики та успішні практики». 2025. URL: https://share.google/Y5fbdu7fihX0S9iyl

8. Rabies. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rabies

9. Географія розповсюдження сказу в Україні. URL: https://share.google/nXyYqo8M6tqcO8jNT

10. Про схвалення Стратегії з елімінації сказу в Україні на період до 2030 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2026–2030 роках: пояснювальна записка до проєкту розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 листопада 2024 року № 2. URL: https://share.google/mYScKJv7jFqga9f1T

11. Як війна підвищує ризики зараження сказом — що можна зробити. URL: https://phc.org.ua/news/yak-viyna-pidvischue-riziki-zarazhennya-skazom-scho-mozhna-zrobiti

РОЗВ'ЯЗАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ СИНДРОМУ РУЙНУВАННЯ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ

University of Oxford, United Kingdom

Роман Лорелло, *e-mail:* romanlorello@gmail.com

Популяції медоносних бджіл є критично важливими для світового сільського господарства, проте вони продовжують скорочуватися під впливом численних стресових чинників, зокрема паразитів, таких як *Varroa destructor*, і патогенів, *Nosema ceranae*. Ці фактори сприяють виникненню синдрому руйнування бджолиних сімей (Colony Collapse Disorder, CCD) – явища, що характеризується швидкою втратою дорослих робочих бджіл і призводить до загибелі колонії. З часу його ідентифікації в середині 2000-х років CCD та пов'язані з ним процеси спричиняють щорічні втрати бджолиних сімей, які в окремих регіонах часто становлять 30–50%, створюючи серйозну загрозу для запилювальних послуг.

У глобальному масштабі запилювачі забезпечують внесок у сільськогосподарське виробництво, який оцінюється приблизно у 200–500 млрд доларів щорічно, що підкреслює значні економічні ризики, пов'язані зі зниженням чисельності бджіл.

Нами розглядаэться новий біологічний підхід до зменшення цих загроз із використанням інноваційних методів отримання максимальних концентрацій дволанцюгової РНК (dsRNA).

Один із підходів передбачає модифікацію *Snodgrassella alvi* (ключового представника мікробіому медоносної бджоли) для синтезу dsRNA, спрямованої на життєво необхідні гени паразитів. Потрапляючи до організму кліщів, таких як *Varroa destructor*, dsRNA активує механізми РНК-інтерференції, пригнічуючи експресію критично важливих генів і знижуючи виживаність паразитів. Така цільова, нехімічна стратегія є перспективною альтернативою традиційним пестицидам, потенційно покращуючи стан здоров'я бджіл і мінімізуючи вплив на довкілля.

Іншим напрямом, який досліджує наша команда, є розробка біореактора, інтегрованого у водопостачання вуликів, що забезпечує безперервне надходження dsRNA протягом зимового періоду, коли бджоли є найбільш вразливими.

Поєднання інженерії мікробіому з механізмами РНК-інтерференції формує масштабовану та стійку стратегію боротьби з ключовими чинниками скорочення популяцій бджіл, що має важливе значення для продовольчої безпеки та глобальної економічної стабільності.

БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В КРОВІ ПРИ ІШЕМІЧНОМУ ІНСУЛЬТІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сікорська Алла Олександрівна, група 091-22-1 ІП
Науковий керівник: **к.б.н., доц. Воронкова Юлія Сергіївна**

Ішемічний інсульт є однією з найбільш актуальних медико-біологічних проблем сучасності, що супроводжується високим рівнем смертності та інвалідизації населення [1]. Розвиток цього патологічного стану пов'язаний із гострим порушенням мозкового кровообігу, яке виникає внаслідок тромбозу, емболії або атеросклеротичного ураження судин. У результаті формується гіпоксія тканин головного мозку та ушкодження нейронів.

За сучасними даними, ішемічні інсульти становлять близько 80–85 % усіх випадків цереброваскулярних захворювань [5]. В Україні щороку реєструється значна кількість нових випадків інсульту, що підтверджує актуальність вивчення біохімічних змін, які супроводжують дану патологію [1].

Метою роботи є узагальнення сучасних наукових даних щодо біохімічних змін у крові при ішемічному інсульті та визначення їх діагностичного і прогностичного значення.

Патогенез ішемічного інсульту пов'язаний із розвитком ішемічного каскаду, який включає енергетичний дефіцит клітин, порушення іонного гомеостазу, активацію ексайтотоксичності та оксидативного стресу [3]. Надмірне вивільнення глутамату призводить до накопичення іонів кальцію в клітинах, що викликає їх ушкодження та загибель.

У гострому періоді інсульту спостерігаються значні зміни вуглеводного обміну. Підвищення рівня глюкози в крові (гіперглікемія) є одним із ранніх лабораторних проявів і асоціюється з більш тяжким перебігом захворювання та несприятливим прогнозом [2].

Серед існуючих факторів ризику в патогенезі ішемічного інсульту та атеросклеротичного ураження судин важливу роль відіграють порушення ліпідного метаболізму – дисліпопротеїнемії (ДЛП). Дослідження метаболізму ліпідного обміну, що є основним біологічним компонентом розвитку патології атеросклеротичного процесу при ішемічному інсульті досить малочисельні. На теперішній час виявлено ряд факторів ризику атеросклерозу та розвитку ішемічного інсульту: чоловіча стать, спадковість, надмірна вага тіла, паління, артеріальна гіпертензія, порушення ліпідного обміну, тому важливого значення для досліджень набувають порушення ліпідного обміну. У пацієнтів відзначається підвищення рівня загального холестерину, тригліцеридів та ліпопротеїнів низької щільності (LDL) (табл.1), що сприяє розвитку атеросклерозу та погіршенню кровопостачання мозку [4]. Одночасно спостерігається зниження рівня ліпопротеїнів високої щільності (HDL), які виконують захисну функцію.

Оксидативний стрес відіграє важливу роль у розвитку ішемічного ушкодження. Надмірне утворення активних форм кисню призводить до пошкодження клітинних мембран, білків і нуклеїнових кислот [3]. Паралельно активується

запальна відповідь, що супроводжується підвищенням рівня С-реактивного білка та інших медіаторів запалення.

Таблиця 1

Основні біохімічні зміни при ішемічному інсульті

Показник	Норма	Зміни при патології	Клінічне значення
Глюкоза, ммоль/л	3,3–5,5	Підвищення > 5,5	Свідчить про стресову реакцію організму, асоціюється з тяжчим перебігом інсульту
Загальний холестерин, ммоль/л	<5,0	Підвищення > 5,0	Підвищений ризик атеросклерозу та судинних уражень
ЛПНЩ, ммоль/л	<3,0	Підвищення > 3,0	Основний фактор формування атеросклеротичних бляшок
ЛПВЩ, ммоль/л	>1,0	Зниження < 1,0	Зниження антиатерогенного захисту судин
СРБ, мг/л	<5,0	Підвищення > 5,0	Ознака запальної реакції та тканинного ушкодження
D-димер, мкг/мл	<0,5	Підвищення > 0,5	Свідчить про активацію тромбоутворення та коагуляції

Для оцінки ступеня ушкодження мозкової тканини використовують специфічні біохімічні маркери, такі як нейронспецифічна енолаза (NSE), білок S100B, гліальний фібрилярний кислий білок (GFAP) та D-димер, який відображає активність процесів тромбоутворення [4].

Отже, у результаті проведеної роботи було узагальнено сучасні наукові дані щодо біохімічних змін у крові при ішемічному інсульті та проаналізовано їх діагностичне і прогностичне значення. Встановлено, що ішемічний інсульт супроводжується комплексними порушеннями метаболічних процесів, які охоплюють зміни вуглеводного, ліпідного та білкового обміну.

Показано, що одним із ключових механізмів розвитку патологічного процесу є ішемічний каскад, який включає енергетичний дефіцит клітин, активацію ексайтотоксичності, розвиток оксидативного стресу та запальної відповіді. Важливу роль відіграють порушення ліпідного обміну, що сприяють прогресуванню атеросклеротичних змін судинної стінки та погіршенню мозкового кровообігу.

У ході роботи було визначено, що зміни таких біохімічних показників, як глюкоза, загальний холестерин, ліпопротеїни низької та високої щільності, С-реактивний білок і D-димер, можуть використовуватися як інформативні маркери для оцінки стану пацієнтів. Їх відхилення від нормальних значень відображає тяжкість патологічного процесу, активність запалення та рівень тромботичних ускладнень.

Отримані результати свідчать про те, що аналіз біохімічних показників крові має важливе значення для ранньої діагностики ішемічного інсульту, ви-

значення ступеня ушкодження мозкової тканини та прогнозування перебігу захворювання. Використання комплексного підходу до оцінки лабораторних показників дозволяє підвищити ефективність діагностики та сприяє своєчасному вибору лікувальної тактики.

Таким чином, дослідження біохімічних змін при ішемічному інсульті є важливим напрямком сучасної медицини та потребує подальшого вивчення з метою вдосконалення методів діагностики і лікування даної патології.

Перелік посилань

1. Міщенко Т.С. Епідеміологія цереброваскулярних захворювань та організація допомоги хворим з мозковим інсультом в Україні. Український вісник психоневрології. 2017. 1(90). С. 22-24.

2. Серцево-судинні захворювання. Класифікація, стандарти діагностики та лікування / за ред. В.М. Коваленка, М.І. Лутая, Ю.М. Сіренка, О.С. Сичова. 6-те вид., переробл. і доповн. Київ: Четверта хвиля, 2023. 384 с.

3. Зозуля І.С., Зозуля А.І. ГЕМОРАГІЧНА ЦЕРЕБРАЛЬНА ХВОРОБА. Зб. наук. праць співробіт. НМАПО імені П. Л. Шупика 32/2018. С. 126-143.

4. Feigin V, Abate M, Abate Y et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet Neurology, 23, 973-1003.

5. Donnan GA, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. Lancet. 2008 May 10;371(9624):1612-23. doi: 10.1016/S0140-6736(08)60694-7

СТАН ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕГАЗАЦІЇ МЕТАНУ НА ШАХТІ ІМ. ГЕРОЇВ КОСМОСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ходюш Олексій Вікторович, група 183м-24н-1 ІП
***Наукові керівники*: к.т.н., доц. Миронова Інна Геннадіївна,**
ст. викл. Рудченко Андрій Геннадійович

Активним способом керування виділенням метану в гірничі виробки, що широко застосовується, є дегазація – комплекс технологічних процесів, спрямованих на попередження виділення метану в атмосферу гірничих виробок шляхом його вилучення, уловлювання та ізольованого відводу по врубах шахтної дегазаційної системи, нейтралізація та зв'язування метану у вугленосній товщі [1].

Дегазація передбачається у випадках, коли з пласта або виробленого простору видаляється понад 2 м3/хв метану на тонких пластах, понад 3 м3/хв – на пластах середньої потужності, а засобами вентиляції неможливо забезпечити вміст метану в повітрі у межах встановлених норм [1].

Мета дегазації – зниження надходження газу в гірничі виробки, запобігання його раптових виділень.

Дегазація буває [2]:

– пасивною, при якій джерело інтенсивного виділення газу в гірничий виробці ізолюється від шахтної атмосфери та каптований газ виводиться або за межі небезпечної ділянки в струмінь повітря для розрідження до допустимих норм, або на денну поверхню;

– активною, коли процеси збору та ізольованого від гірничих виробок виведення газу і виведення його на поверхню виробляються під вакуумом, створюваним спеціальними іскробезпечними водокільцевими вакуум-насосами.

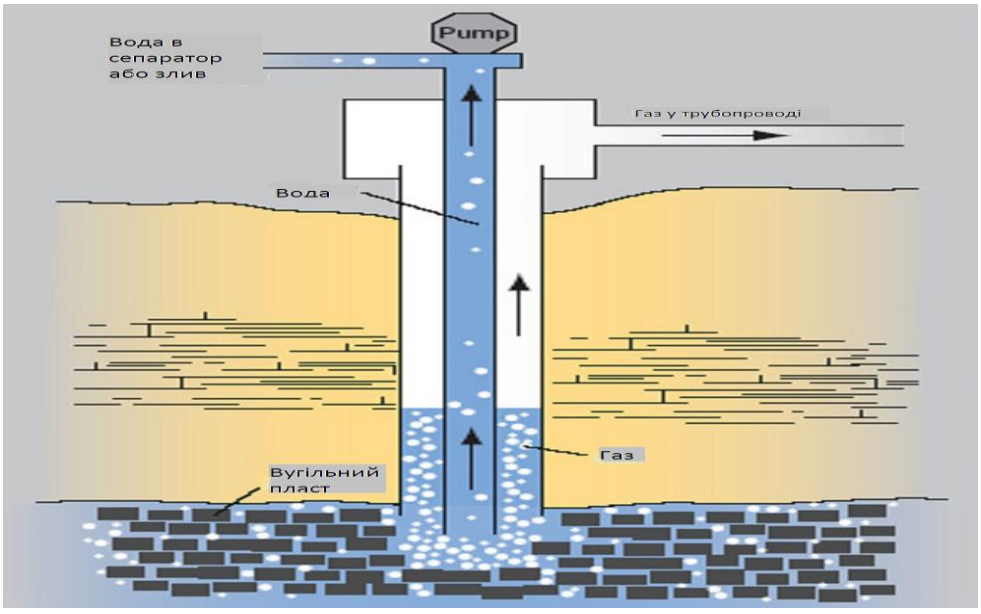


Рис. 1 Схема видобування шахтного метану з вугільних пластів [3]

Усі вугільні пласти в Донбасі (за винятком антрацитів) газоносні починаючи з глибини 150...500 м (нижче зони газового вивітрювання). Оцінка запасів метану в Донбасі виконувалась різними дослідницькими організаціями в різні часи, отримано суттєво відмінні результати, але в усіх випадках запаси були достатньо великими, що дає можливість розглядати Донбас як газовугільне родовище [4].

До теперішнього часу видобуток метану в Донбасі здійснювався тільки з метою забезпечення безпечних умов праці в шахтах. Досягається це шляхом виконання робіт по дегазації шахтних полів – штучного вилучення і збору метану з вугленосних пластів до його виділення в гірничі виробки, але рівень утилізації вилученого метану становить менше 20%. Для запобігання скупчення метану у виробках шахтами витрачаються значні кошти на вентиляційні заходи, але при цьому не завжди досягається необхідний рівень безпеки. Всі заходи зі зниження багатогазовості гірничих виробок досі були спрямовані на боротьбу з метаном без урахування його енергетичної і технологічної цінності. Основна кількість його викидається в атмосферу у вигляді бідної газоповітряної суміші в процесі провітрювання шахт або в складі некондиційних (за існуючими нормативами менше 25 % метану) метаноповітряних сумішей, що видаються системами підземної дегазації.

Вивченню проблем видобутку і використання метану в Україні присвячено роботи вітчизняних вчених А.Ф. Булата, І.І. Гомеля, Л.М. Логачової та ін. Зокрема, принциповою відміною від запропонованих раніше в Україні концепцій, авторами [4] обґрунтовано економічну доцільність включення до структури шахтних енергокомплексів технологічних модулів, які реалізують принципи енерготехнологічної переробки палива на місці його видобутку з використанням власних тепло- та електроенергії (рис. 2).

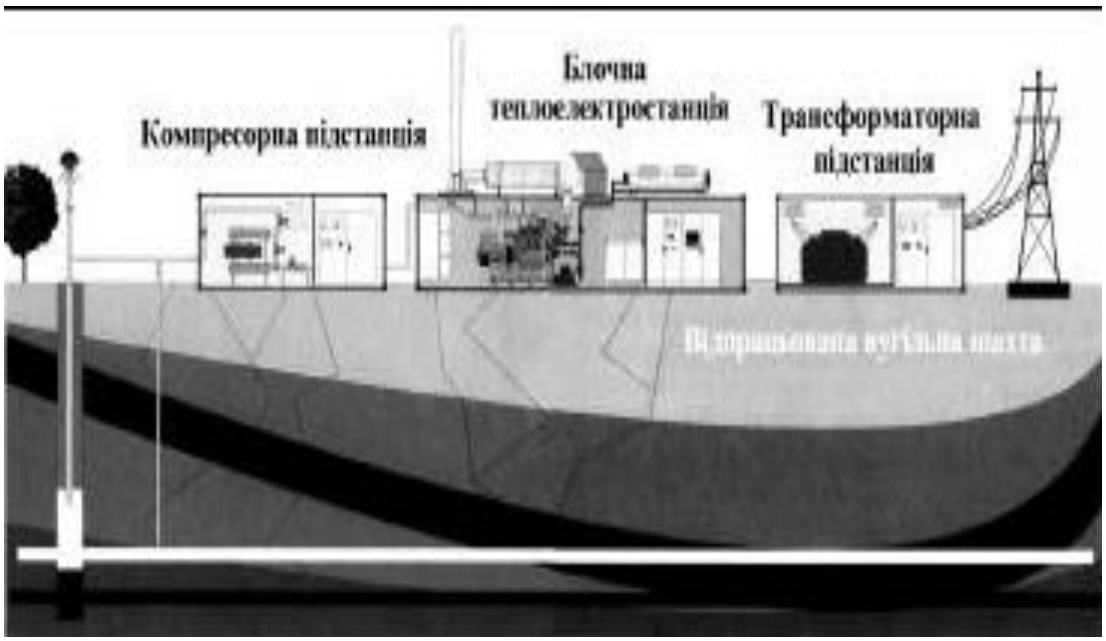


Рис. 2 Схема установки для використання шахтного метану [5]

До повномасштабного вторгнення Росії каптований метан Донбасу використовувався здебільшого на шахтних котельнях для виробництва тепла, хоча й існують набагато ефективніші способи його застосування. При цьому на шахтних котельнях використовується усього близько 80 млн $м^3$ газу на рік, а 180 млн $м^3$ спалюється факелами [4].

В умовах України рекомендується починати утилізацію метану з екологічних факельних установок і котелень, калориферів, сушарок при збагачувальних фабриках. Дані технології можуть доповнювати одна одну. Для підвищення надійності каптажу шахтного газу з концентрацією понад 30 % необхідно вводити в роботу міні-ТЕС.

У державі останніми роками в зв'язку зі зростаючим дефіцитом енергоресурсів стає дедалі гострішою необхідність вилучення метану для використання як енергоносія. Однак, незважаючи на значні ресурси метану, промислове вилучення його з використанням традиційних технологій видобутку природного газу пов'язане зі значними труднощами через особливості характеру зв'язку метану з вугільною масою.

Перелік посилань

1. Проблеми утилізації метану на шахтах України / М. О. Перов, В. М. Макаров, І. Ю. Новицький // Проблеми загальної енергетики. – 2011. – Загол. з екрана.

2. Вугільна шахта: підручник для вузів/ В.І. Бондаренко, В.Ю. Медяник, М.К. Руденко, І.А. Ковалевська – Дніпро: РВК НТУ «ДП», 2020 – 360 с.

3. Посилання на зображення https://svitppt.com.ua/himiya/metan.html

4. Техніко-економічне обґрунтування для Програми утилізації шахтного метану в Луганській області шляхом застосування механізмів Кіотського Протоколу. – Луганськ, 2008. – 393 с

5. Посилання на зображення https://upload.wikimedia.org/wikipedia/uk/a/a3/%D0%A1%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B8.JPG Загол. з екрана.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІЄРАРХІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ (НА ПРИКЛАДІ ВІДХОДІВ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ)

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шибка Олександр Андрійович, група 183м-24н-1 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Борисовська Олена Олександрівна**

Проблема ефективного управління відходами є однією з ключових екологічних проблем сучасної України, що безпосередньо впливає на рівень техногенної безпеки та стан довкілля. Значні обсяги утворення відходів, низький рівень їх утилізації та недостатній розвиток інфраструктури поводження з відходами зумовлюють необхідність переходу до сучасних підходів управління, орієнтованих на принципи циркулярної економіки.

Важливим кроком у цьому напрямі стало впровадження Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року, яка базується на ієрархії управління відходами та передбачає пріоритетність запобігання їх утворенню, повторного використання та рециклінгу [1, 2].

Метою роботи є обґрунтування доцільності впровадження ієрархії управління відходами на промисловому підприємстві та оцінка її ефективності на прикладі відходів зварювальних робіт.

Ієрархія управління відходами передбачає п’ять послідовних рівнів: запобігання утворенню відходів, підготовка до повторного використання, рециклінг, відновлення та видалення. Такий підхід дозволяє мінімізувати негативний вплив на довкілля та забезпечити раціональне використання ресурсів.

У сучасних умовах особливого значення набуває саме перший рівень — запобігання утворенню відходів, який дозволяє зменшити ресурсоспоживання та витрати на поводження з відходами.

Об’єктом дослідження є огарки електродів, що утворюються в процесі ручного дугового зварювання. Вони являють собою металеві залишки стрижня з частково зруйнованим покриттям та містять до 95-98% заліза, а також домішки легуючих елементів.

Ці відходи характеризуються значним ресурсним потенціалом, проте за неналежного поводження можуть спричиняти локальне забруднення довкілля через вилуговування металів і утворення пилу .

З урахуванням обсягів їх утворення (близько 800 кг/рік) виникає необхідність впровадження ефективної системи управління цим видом відходів.

На першому рівні – запобігання утворенню – запропоновано оптимізацію технології зварювання, зокрема використання електродів з підвищеним коефіцієнтом наплавлення та перехід на сучасні методи зварювання (MIG/MAG). Це дозволяє зменшити обсяг відходів приблизно на 20% [3].

Другий рівень – підготовка до повторного використання – передбачає використання придатних огарків для допоміжних операцій, що дозволяє додатково зменшити їх кількість на 10%.

На третьому рівні – рециклінгу –огарки електродів розглядаються як вторинна металовмісна сировина. За умови їх роздільного збирання та очищення можливе повернення до 90% відходів у виробничий цикл.

Четвертий рівень – відновлення – має обмежене застосування для даного виду відходів і може включати використання окремих компонентів покриття.

П’ятий рівень – видалення – розглядається як крайній захід і повинен застосовуватися лише для залишкових відходів, що не підлягають утилізації [4].

Запропонована система дозволяє суттєво підвищити ефективність управління відходами. Зокрема, обсяг відходів, що підлягають видаленню на досліджуваному підприємстві, може бути зменшений з 800 кг/рік до приблизно 30 кг/рік, що відповідає скороченню на 96%.

Економічний ефект від впровадження ієрархії оцінюється на рівні 15 000-16 000 грн/рік за рахунок економії матеріалів та реалізації вторинної сировини.

На рис. 1 наведена пропонована схема ієрархії управління відходами зварювання на досліджуваному об’єкті.

Отримані результати свідчать про значний потенціал впровадження принципів циркулярної економіки на підприємствах гірничо-металургійного комплексу.

Ієрархія управління відходами є ефективним інструментом підвищення ресурсоефективності та зменшення негативного впливу промислових підприємств на довкілля. Встановлено, що найбільш пріоритетним є запобігання утворенню відходів, тоді як рециклінг забезпечує максимальне повернення ресурсів у виробничий цикл. Запропонований підхід дозволяє досягти суттєвого скорочення обсягів відходів, зменшити витрати підприємства та підвищити рівень екологічної безпеки.



Рис. 1 Пропонована схема ієрархії управління відходами зварювання

Таким чином, впровадження ієрархії управління відходами є доцільним і перспективним напрямом розвитку сучасних промислових підприємств, що відповідає принципам сталого розвитку.

Перелік посилань

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 820 від 8 листопада 2017 р. «Про схвалення Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80. Загол. з екрану.

2. Національна стратегія поводження з відходами. URL: https://mcl.kiev.ua/natsionalnaya-strategiya-obrashheniya-s-othodami/. Загол. з екрану.

3. Особливості MIG/MAG зварювання URL: https://kemppi.in.ua/articles/osobennosti_MIG_MAG.htm Загол. з екрана.

4. . Закон України «Про управління відходами» від 20 червня 2022 року № 2320-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text. Загол. з екрану.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА СТАН ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шуба Світлана Сергіївна, група 091-23-1
***Науковий керівник:* к.б.н., доц. Сідашенко Ольга Ігорівна**

Повномасштабна військова агресія проти України спровокувала інтенсивний вплив на стан атмосферного повітря, трансформувавши локальні екологічні ризики у проблему глобального масштабу. Військові дії стали великим джерелом надходження забруднюючих речовин, що мають специфічний просторово-часовий характер розподілу. Вибухи, пуски ракет та пересування важкої техніки супроводжуються потраплянням у приземний шар комплексу токсичних сполук, таких як оксиди азоту (NO_x), вуглецю (CO, CO_2) та діоксид сірки (SO_2), які є продуктами неповного згоряння вибухових речовин та порохових газів.

Згідно з даними дистанційного зондування Землі, зокрема супутниковими спостереженнями місії Sentinel-5P, було встановлено, що військові дії впливають на якість повітря. Аномально високі концентрації забруднювачів спостерігалися вздовж лінії бойових зіткнень, де основним показником виступав діоксид азоту (NO_2). Його концентрації добре корелювали з інтенсивністю артилерійських обстрілів та переміщенням механізованих підрозділів [1].

Діоксид азоту (NO_2) є потужним подразником дихальних шляхів, який при гострому впливі викликає запалення бронхів, бронхоспазм, посилення симптомів астми та зниження функції легень, а при тривалій дії сприяє розвитку хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ), підвищує ризик респіраторних і серцево-судинних захворювань, а також загальну та причинно-специфічну смертність [2].

До повномасштабного вторгнення головними джерелами забруднюючих речовин, що потрапляли в повітря, були промислові міста, зокрема такі осередки, як Донбас, Кривбас та інші. Після початку активних бойових дій, зони лінії фронту та райони масованих ракетних ударів стали потужним джерелом забруднення. Масштабні пожежі, що відбувалися на об’єктах критичної інфраструктури, нафтобазах та складах з пально-мастильними матеріалами (ПММ), викликали викиди величезних обсягів аерозолів та чорного вуглецю. За даними [1], продукти горіння нафтопродуктів формували шлейфи забруднення, що поширювалися на сотні кілометрів, змінюючи оптичні властивості атмосфери та спричиняли підвищення концентрації формальдегіду ($HCHO$) та оксиду вуглецю (CO) навіть у верхніх шарах тропосфери. Слід зазначити, що осідання сажі на поверхні ґрунту та снігу знижує їхню відбивну здатність, створюючи кумулятивний ефект деградації довкілля та посилюючи темпи глобального потепління [1].

На стан та якість повітря вплинула також енергетична криза. Руйнування енергосистеми України восени-взимку 2022 року викликало масове використання автономних генераторів та твердопаливних засобів обігріву, що погіршило якість повітря в щільно забудованих районах. Варто зауважити, що у перші

тижні вторгнення, через зупинку металургійних підприємств спостерігалося тимчасове зниження фонового забруднення в окремих промислових центрах, яке було швидко компенсоване військовими викидами [1].

У цьому контексті особливе значення має аналіз характеристик атмосферного аерозолю, а саме аерозольної оптичної товщі (AOT). Є дані [3], які вказують на те, що велика кількість чорного вуглецю (сажі) знижує альбедо одноразового розсіювання (SSA), що свідчить про домінування поглинальних аерозолів. Це не лише погіршує якість повітря, а й посилює нагрівання атмосфери. Крім того, дослідження підтверджує, що військові дії викликають екстремальні перевищення ГДК часток *PM2.5*, які містять токсичні сполуки та метали від детонації вибухівки та руйнування будівель. Ці мікрочастинки здатні проникати глибоко в легеневі тканини, створюючи критичне навантаження на респіраторну систему [3].

Методологічна база моніторингу в умовах війни ґрунтується на поєднанні даних мереж громадського моніторингу (PurpleAir, AirVisual) та результатів інструментальних вимірювань. Ракетні атаки генерують специфічні «аерозольні відбитки», а пікові значення забруднення *PM2.5* фіксуються протягом першої години після вибуху, перевищуючи фонові показники у 5–10 разів. Вторинне забруднення формується за рахунок силікатного пилу, часток бетону та ізоляційних матеріалів. Умови щільної міської забудови сприяють тому, що токсичні шлейфи можуть зберігатися над житловими кварталами протягом кількох діб [4], і таким чином погіршувати якість повітря та негативно впливати на здоров'я людей.

Хімічний та фізичний профіль атмосферного пилу також зазнав трансформацій. Показник магнітної сприйнятливості (χ) на повітряних фільтрах у містах, що зазнавали обстрілів, є суттєво вищим за довоєнні значення. Хімічний аналіз підтвердив наявність аномальних концентрацій свинцю (*Pb*), цинку (*Zn*), міді (*Cu*) та кадмію (*Cd*). Ці важкі метали не лише забруднюють повітря в момент викиду, а й осідають на поверхнях, зазнаючи вторинного підняття вітром протягом тривалого часу [5].

З метою швидкої фіксації таких подій в умовах, недоступних для наземних станцій, пропонуються інноваційні методи дистанційного детектування малих цілей на основі структурних тензорів для інфрачервоних датчиків. Ці системи здатні фіксувати теплові аномалії крізь аерозольні перешкоди, що важливо для моделювання поширення токсичних шлейфів у реальному часі [6].

Системний аналіз літературних даних показує, що військова агресія є формою масштабного екоциду, при цьому забруднення та погіршення якості повітря стає першим етапом під час руйнування екосистем [7].

Екологічні наслідки військових дій мають виражений міжнародний характер, оскільки токсичні речовини переносяться на території сусідніх країн, збільшуючи антропогенне навантаження на весь Східноєвропейський регіон [1], тому є необхідність створення інтегрованих систем моніторингу, які б поєднували супутникові дані, чисельні моделі переносу та магнітні методи аналізу осадів.

Таким чином, війна в Україні змінила якість атмосферного повітря, що здійснює великий вплив на здоров'я людей, сприяючи поширенню бронхіальної астми та інших аутоімунних станів, і екосистему загалом. Тому різні показники, що характеризують стан повітря, потребують постійного моніторингу та врахування в планах післявоєнного відновлення. Комплексний підхід до документування екологічних злочинів дозволить об'єктивно оцінити збитки та забезпечити ефективну екологічну ревіталізацію територій.

Перелік посилань

1. Remotely visible impacts on air quality after a year-round full-scale Russian invasion of Ukraine / M. Savenets et al. Atmospheric pollution research. 2023. Vol. 14, no. 11. P. 101912. URL: https://doi.org/10.1016/j.apr.2023.101912.

2. Long-term NO2 exposure and mortality: A comprehensive meta-analysis / X. Chen et al. Environmental Pollution. 2023. P. 122971. URL: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122971.

3. Impact of military activity on atmospheric aerosol characteristics in Ukraine and Kyiv city / X. Wei et al. Atmospheric pollution research. 2025. Vol. 16, no. 6. URL: https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102496.

4. Bondar K., Tsiupa I., Virshylo M. Monitoring Air Pollution in Wartime Kyiv (Ukraine): PM2.5 Spikes During Russian Missile and Drone Attacks. Urban Science. 2025. Vol. 9, no. 11. P. 477. URL: https://doi.org/10.3390/urbansci9110477.

5. Bondar K. M., Tsiupa I. V., Menshov O. War-time changes in air pollution across Ukrainian cities were assessed through magnetic susceptibility and heavy metal contents in particulate matter collected on air filters. Environmental pollution. 2025. Vol. 385. P. 127076. URL: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.127076.

6. Structure tensor-based infrared small target detection method for a double linear array detector / J. Gao et al. Remote sensing. 2022. Vol. 14, no. 19. P. 4785. URL: https://doi.org/10.3390/rs14194785.

7. Хондак І., Стиценко Т. Забруднення атмосферного повітря в умовах війни в Україні. Біологічні, хімічні та екологічні загрози під час війни : колективна монографія / за заг. ред. В. В. Поповича, В. О. Сергієнка, Н. О. Іванченко. Львів: ЛДУБЖД, 2025. С. 391–399.

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

ЦИФРОВІ ПІДСТАНЦІЇ В СУЧАСНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Антонов Максим Сергійович, група ЕЕ-25ск-1
***Науковий керівник:* д.т.н., проф. Папаїка Юрій Анатолійович**

У сучасному світі розвиток енергетики невід'ємно пов'язаний із широким впровадженням новітніх інформаційно-комунікаційних технологій у систему електропостачання. Ці технології сприяють створенню більш ефективних, надійних та безпечних енергетичних систем, здатних адаптуватися до динамічних змін у навантаженні, а також інтегрувати різні джерела енергії, включаючи відновлювані. Однією з ключових інновацій у цій сфері є цифрові підстанції, які суттєво відрізняються від традиційних підстанцій завдяки комплексній інтеграції цифрових технологій у процеси управління, контролю та захисту електричних мереж [1, с. 12-14]. Впровадження цифрових рішень дозволяє значно підвищити ефективність роботи енергетичних об'єктів, знизити експлуатаційні витрати, а також забезпечити більш високий рівень надійності та безпеки електропостачання [2, с. 45-47].

Особливістю цифрової підстанції є використання інтелектуальних пристроїв управління та захисту (IED – Intelligent Electronic Devices), які забезпечують автоматизовану обробку сигналів та прийняття рішень у реальному часі. Завдяки таким пристроям можна не лише контролювати стан обладнання, але й реагувати на аварійні ситуації без безпосередньої участі оператора, що значно підвищує оперативність і точність управлінських дій [1, с. 15-18]. Крім того, цифрові підстанції передбачають застосування міжнародного стандарту IEC 61850, який забезпечує уніфіковану комунікацію між усіма компонентами підстанції, що полегшує інтеграцію нових елементів та масштабування системи, а також спрощує модернізацію існуючого обладнання [3, с. 102-105].

Важливим аспектом цифрових підстанцій є підвищення надійності та безпеки експлуатації електромереж, що досягається насамперед за рахунок значного зменшення кількості аналогових з'єднань між пристроями та впровадження цифрових ліній передачі даних. У традиційних підстанціях численні аналогові сигнали потребують великої кількості дротових з'єднань, що підвищує ймовірність технічних несправностей та помилок оператора під час контролю та обслуговування обладнання. Впровадження цифрових комунікацій дозволяє передавати сигнали у вигляді даних через надійні канали, де інтегровані механізми контролю забезпечують коректність переданої інформації, а також автоматично фіксують відхилення від норми [4, с. 121].

Зменшення аналогових з'єднань має ще одну важливу перевагу - скорочення часу реакції на позаштатні ситуації. При виникненні аварійних режимів або перевантажень цифрові системи миттєво передають інформацію про стан мережі до централізованого контролю або безпосередньо до інтелектуальних пристроїв управління (IED). Це дозволяє автоматично запускати захисні алгоритми, оперативно відключати проблемні ділянки та перенаправляти потоки

електроенергії без втручання оператора, що суттєво знижує ризик пошкодження обладнання та аварійних відключень для споживачів [2, с. 50-53].

Особливо актуальним впровадження цифрових підстанцій є для сучасних енергосистем, які відзначаються великою кількістю джерел відновлюваної енергії, таких як сонячні та вітрові електростанції, а також складною інфраструктурою передачі електроенергії на великі відстані. У таких системах критично важливо швидко і точно реагувати на зміни виробництва та споживання, підтримувати баланс енергетичної системи та запобігати перевантаженням і аваріям. Цифрові лінії передачі даних і інтеграція інтелектуальних алгоритмів дозволяють ефективно координувати роботу різнорідних джерел енергії та забезпечувати стабільну роботу мережі навіть у складних умовах [2, с. 50-53].

Ще однією перевагою цифрових підстанцій є істотне збільшення гнучкості та адаптивності енергетичної системи. Завдяки цифровим технологіям підстанції можуть функціонувати у режимі дистанційного управління, що передбачає контроль та регулювання роботи обладнання без необхідності фізичної присутності оператора на об’єкті. Такий підхід дозволяє ефективно управляти великими розподільчими мережами, віддаленими трансформаторними підстанціями та іншими критичними вузлами, де традиційне управління є більш затратним і менш оперативним [1, с. 20-22].

Цифрові підстанції також забезпечують інтеграцію даних із різних рівнів мережі, включно з генерацією, трансформацією та розподілом електроенергії. Це створює єдину інформаційну платформу для аналізу стану системи у режимі реального часу та дозволяє проводити прогнозне управління навантаженням, оцінювати потенційні перевантаження і оптимально розподіляти ресурси для забезпечення стабільного електропостачання. Завдяки цьому зменшується ризик аварій, підвищується надійність мережі та скорочується ймовірність простоїв обладнання.

Крім того, цифрові підстанції сприяють вдосконаленню контролю енергоспоживання, дозволяючи відстежувати споживання електроенергії на різних ділянках мережі, виявляти неефективне використання ресурсів та приймати управлінські рішення для оптимізації процесів. Це сприяє економії електроенергії, зниженню експлуатаційних витрат та більш раціональному використанню наявних потужностей, що має безпосередній економічний і екологічний ефект [5, с. 44].

Цифрові підстанції також формують передумови для розвитку інтелектуальних енергетичних систем (Smart Grid), де управління мережами здійснюється на основі аналізу великих масивів даних, автоматичних алгоритмів та інтелектуальних пристроїв. Це забезпечує адаптацію до змінних умов навантаження, інтеграцію відновлюваних джерел енергії, зменшення часу реагування на аварійні ситуації та підтримку безперервності електропостачання.

Важливим аспектом цифрових підстанцій є також аналітика та прогнозування, що реалізуються завдяки використанню сучасних цифрових технологій та інтелектуальних систем обробки даних. Цифрові підстанції оснащені численними сенсорами та інтелектуальними пристроями (IED), які постійно збирають великі обсяги інформації про стан обладнання, параметри електричних

мереж, навантаження, напругу, струми та інші критично важливі показники. Така багаторівнева система моніторингу дозволяє отримувати детальні дані у режимі реального часу, що забезпечує можливість оперативного аналізу стану мережі [2, с. 108-110].

На основі зібраної інформації оператори та системи автоматичного управління можуть виконувати аналітичну обробку даних, виявляючи закономірності у роботі мережі, потенційні точки перевантаження та ризики відмов окремих елементів. Завдяки сучасним алгоритмам машинного навчання та прогнозного моделювання можна передбачити розвиток аварійних ситуацій ще до того, як вони стануть критичними. Це дозволяє своєчасно планувати превентивне технічне обслуговування, проводити ремонтні роботи в оптимальний час і запобігати непередбаченим простоям обладнання.

Крім того, аналітика на основі цифрових технологій сприяє оптимізації ресурсів та підвищенню ефективності експлуатації електромережі. Прогнозування навантажень дозволяє більш раціонально розподіляти електроенергію між різними ділянками мережі, уникати перевантажень і зменшувати втрати енергії

Не менш значущою є екологічна ефективність цифрових підстанцій. Вони сприяють зменшенню втрат електроенергії під час передачі та розподілу, а також дозволяють інтегрувати джерела відновлюваної енергії з мінімальними втратами. Завдяки цьому енергокомпанії можуть відповідати сучасним екологічним стандартам і знижувати негативний вплив на довкілля [6, с. 75-78].

Таким чином, цифрові підстанції є ключовим елементом модернізації енергетичних систем, підвищуючи надійність, ефективність, безпеку та гнучкість електромереж. Інтеграція стандарту IEC 61850, використання IED, дистанційне управління, аналітика даних та впровадження інтелектуальних енергетичних систем визначають сучасний рівень розвитку електроенергетики та створюють перспективи для інтеграції відновлюваних джерел енергії, зниження витрат і підвищення стійкості енергосистем до аварій та зовнішніх впливів.

Перелік посилань

1. Grainger J., Stevenson W. *Power System Analysis*. New York: McGraw-Hill, 2018. – 350 с.

2. Glover J.D., Sarma M.S., Overbye T.J. *Power System Analysis and Design*. 6th ed. Boston: Cengage Learning, 2016. – 500 с.

3. IEC 61850 – *Communication networks and systems for power utility automation*. Geneva: International Electrotechnical Commission, 2013. – 120 с

4. Стійкість режиму енергосистеми з розподіленою генерацією: навчальний посібник / О.В. Кириленко, Г.Г. Півняк, О.О. Азюковський, Ю.А. Папаїка, І.М. Луценко ; за ред. Г.Г. Півняка ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: Грані, 2024. – 243 с.

5. Трансформація енергетики України в «інтелектуальну» ресурсно незалежну систему: навч. посіб. / О.В. Кириленко, Г.Г. Півняк, Ю.А. Папаїка, І.М. Луценко, О.Г. Лисенко; Нац. акад. наук України, М- во освіти і науки Ук-

раїни, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» ─ Дніпро: НТУ «ДП», 2023. ─ 56 с.

6. Momoh J. *Electric Power System Applications of Optimization*. New York: CRC Press, 2012. – 400 с.

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ВУЗЛІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бас Анастасія Костянтинівна, група 113-24-1
Науковий керівник: **д.т.н., проф. Сдвижкова Олена Олександрівна**

Елементи теорії надійності широко застосовують при розв'язанні задач, пов'язаних із визначенням часу безвідмовної роботи обладнання в системах автоматизації технологічних процесів. Надійність таких систем є важливою характеристикою, оскільки від безперебійної роботи автоматизованих вузлів залежить ефективність, безпечність та економічність виробництва.

Наприклад, визначимо надійність вузла автоматизації подрібнювача, який складається з таких компонентів: датчика двигуна подрібнювача (ДД), блока керування (БК), перетворювача частоти (ПЧ), двигуна подрібнювача (Д).

Час безвідмовної роботи всіх елементів вузла автоматизації описується експоненціальним законом розподілу з параметром λ_i. Ймовірність безвідмовної роботи кожного елемента визначається диференціальною функцію (щільністю), яка в теорії надійності називається функцією надійності:

$$P_i(t) = e^{-\lambda_i t}, i = 1, 2, 3, 4, 5. \quad (1)$$

Параметр λ в експоненціальному законі розподілу грає ключову роль як з математичної точки зору, так і з точки зору надійності. З формули (1) видно, що чим більше λ , тим швидше спадає функція $P_i(t)$ (рис.1). Це означає, що при більших значеннях λ ймовірність безвідмовної роботи зменшується, а при менших – збільшується (система працює довше). Тому цей параметр називають інтенсивністю відмов. У системах автоматизації λ залежить від якості обладнання, температури, вібрацій, навантаження та якості обслуговування.

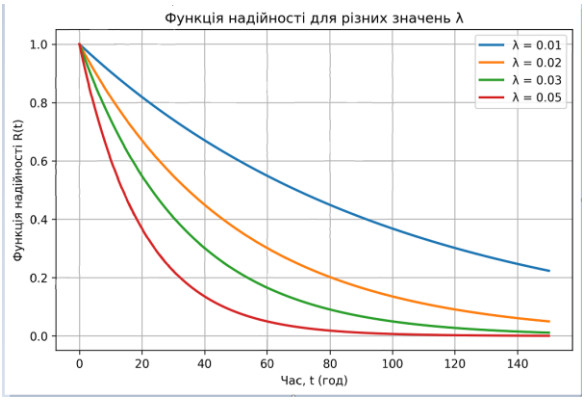


Рис. 1 Функція надійності при різних значеннях інтенсивності відмов

Середній час безвідмовної роботи являє собою математичне сподівання експоненціального закону і визначається саме через інтенсивність відмов:

$$\mathrm{T} = \frac{1}{\lambda}$$

Нехай, з проведених експериментів відомо, що інтенсивності відмов елементів дорівнюють:

Таблиця 1. Інтервали відмов елементів

Елемент	Інтенсивність відмов λ (1/год)
ДД	0,002
БК	0,001
ПЧ	0,003
АД	0,004
Д	0,005

Для побудови математичної моделі вузла автоматизації подрібнювача введемо наступні позначення: A – безвідмовна робота вузла автоматизації, A_i – безвідмовна робота i-го елемента вузла. Нехай всі елементи вузла автоматизації з'єднані послідовно, тоді

$$\mathrm{A} = \prod_{i=1}^{5} A_i.$$

Інтенсивність відмов системи дорівнює сумі інтенсивностей відмов окремих елементів. Для наведеного прикладу

$$\lambda = \sum_{1}^{5} \lambda_i = \ 0.002 + 0.001 + 0.003 + 0.004 + 0.005 = 0.015.$$

Оскільки події A_i незалежні, відповідно до теореми про добуток ймовірностей надійність вузла автоматизації подрібнювача дорівнює:

$$P(t) = P\left(\prod_{i=1}^{5} A_i\right) = \prod_{i=1}^{5} P_i\,(t) = e^{-\sum_{i=1}^{5} \lambda_i t}.$$

Тоді для наведеного прикладу $P_i(t) = e^{-0.015t}$, а середній час безвідмовної роботи становить:

$$\mathrm{T} = \frac{1}{0.015} = 66.7 \text{ год.}$$

Це дозволяє прогнозувати термін експлуатації вузла автоматизації та планувати профілактичні роботи.

Наступне питання, яке зазвичай виникає в подібних задачах – це визначення довірчого інтервалу для реального значення математичного сподівання часу безвідмовної роботи системи.

Нехай елемент подрібнювача складається не з 5 , а вже з 10 подібних компонентів. Протягом певного терміну проводилися випробування з метою

з'ясування часу безвідмовної роботи компонента (після відмови компонент не відновлюється).

Таблиця 2 - Час безвідмовної роботи

Номер системи	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Час безвідмовної роботи t_i (год.)	15	93	44	95	16	26	88	109	41	67

Визначимо довірчої ймовірності для значення T_0 з імовірністю $\alpha = 0{,}9$, де T_0 – математичне сподівання часу безвідмовної роботи системи, тобто середній час безвідмовної роботи. Оскільки для найпростішого потоку відмов системи випадкова величина $\frac{2t_n}{T_0}$ розподілена за законом X^2 (t_n - сумарне напрацювання системи), тож

$$\frac{2t_n}{X^2_{\frac{1-\alpha}{2}}(2n)} < T_0 < \frac{2t_n}{X^2_{\frac{1+\alpha}{2}}(2n)},$$

де $r = 2n$ число степенів свободи.

Відповідно до умови:

$$t_n = \sum_{i=1}^{N} t_i = 594;\ \frac{1-\alpha}{2} = 0{,}05;\ \frac{1+\alpha}{2} = 0{,}95;\ n = 10.$$

Тоді попередні нерівності набувають вигляду.

$$\frac{2\cdot 594}{X^2_{0{,}05}(20)} < T_0 < \frac{2\cdot 594}{X^2_{0{,}95}(20)}.$$

Знаходимо значення X^2 в таблиці:

$$X^2_{0{,}05}(20) = 31{,}4;$$
$$X^2_{0{,}95}(20) = 10{,}85.$$

Тож отримуємо:

$$\frac{2\cdot 594}{31{,}4} < T_0 < \frac{2\cdot 594}{10{,}85},$$
$$38 < T_0 < 109.$$

Таким чином, з ймовірністю 0,9 час безвідмовної роботи системи оцінюється інтервалом від 38 до 109 годин.

Висновки. ***З***астосування методів теорії надійності дозволяє оцінювати безвідмовність систем автоматизації, прогнозувати час їх експлуатації та визначати довірчі інтервали для ключових параметрів. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні автоматизованих систем керування, оптимізації режимів роботи обладнання та підвищенні загальної надійності технологічних процесів.

Перелік посилань

1. Павлюк О. М., Медиковський М. О., Ізонін І. В. Основи теорії надійності технічних систем: навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 208 с.

2. Теорія ймовірностей. Випадкові величини : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем» КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Ю.В. Сидоренко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 33 с. URL: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/e4db778a-6b4f-414f-9ec4-5d9cf645ce7a/content (дата звернення 15.04.2026).

DEVELOPMENT OF RESILIENT SMART HOME SYSTEMS IN UKRAINE: APPLICATION OF AI AND IOT FOR AUTONOMOUS OPERATION

Dnipro University of Technology

Horpyniak A.R, student of group 174-23-1
Scientific supervisor: **Kolb A.A. PhD, Associate Professor**

Relevance of the topic. Continuing the analysis of Smart Home system development in Ukraine, it should be noted that an important direction at the current stage is increasing the reliability and autonomy of such systems. Under conditions of unstable power supply and possible internet disruptions, there is a need for solutions that can operate independently of external factors.

In 2025, the development of Artificial Intelligence (AI) and the Internet of Things (IoT) makes it possible to create more flexible and adaptive systems that can respond to environmental changes automatically [1].

Existing problems and challenges. Despite the active development of Smart Home systems, several problems remain: dependence on cloud services, vulnerability to power and internet outages, insufficient speed of real-time data processing, cybersecurity risks, complexity of integrating different devices [2,3].

These factors reduce the efficiency of Smart Home systems, especially in conditions of unstable infrastructure.

Research results.

This work proposes an approach to building a more resilient and autonomous Smart Home system based on the integration of modern technologies.

The main directions of improvement include:

1. Use of Local Computing (Edge AI)

Data processing directly on devices allows reducing dependence on the internet, increasing system speed, and improving data security [1].

2. Application of Multi-Agent Systems

Each device in the system can operate as an independent “smart” unit that makes decisions autonomously, interacts with other devices, adapts to changing conditions [2].

3. Energy Consumption Optimization

The system can efficiently use energy by considering energy availability, using renewable energy sources, prioritizing critical devices.

4. Improving Security Level

To protect data, modern methods are proposed encryption, decentralized data storage, automatic threat detection [3,4].

Practical Significance

The proposed approach can be applied to residential buildings in areas with unstable power supply, hospitals and shelters, components of smart cities, autonomous energy-efficient systems [5].

Future Development

Further development of Smart Home systems is associated with:

- integration with renewable energy sources

- development of autonomous control systems
- improving device interoperability
- implementation of unified standards

It is expected that in the future such systems will become more affordable and capable of operating effectively even in difficult conditions [6,7].

Conclusions. Thus, the development of Smart Home systems in Ukraine is moving toward the creation of more resilient and autonomous solutions. The use of AI, IoT, and modern data processing approaches allows improving system efficiency, security, and reliability.

Reference

1. Guo, X.; Shen, Z.; Zhang, Y.; Wu, T. Review on the Application of Artificial Intelligence in Smart Homes. *Smart Cities* **2019**, *2*, 402-420. https://doi.org/10.3390/smartcities2030025

2. Aksak, N.G., Vasylevska, O.O., & Shelikhov, Yu.O. (2024). Architecture of a multi-agent system to ensure comfort and security in smart homes. In *VI International scientific and practical conference "The aspects of contemporary scientific research that include both theoretical and practical components"* (pp. 49-54). Venice: ISU.

3. Hasiuk, Yu., Yovbak, A., Melnyk, M., Vynarovych, R., & Popovych, I. (2023). Security problems in smart home systems. *Computer Design Systems. Theory and Practice*, 5(1), 71-81.

4. Despite the war, Ukrainian smart home startup i3 Engineering is growing in Europe - https://tech.eu/2023/02/24/despite-the-war-ukrainian-smart-home-startup-i3-engineering-is-growing-in-europe/

5. TOP-10 COMPANIES FOR SALE AND INSTALLATION OF SMART HOME SYSTEMS IN UKRAINE 2025 - https://uba.top/en/companies-selling-and-installing-smart-home-systems-in-ukraine-1/

6. How the Smart Home Market Can Develop in Ukraine — Barriers VS Opportunities - https://good-time-invest.com/blog/how-the-smart-home-market-can-develop-in-ukraine-barriers-vs-opportunities/

7. Прогноз тенденцій розвитку інтернету речей у 2025 році - https://jooby.eu/uk/blog/prognoz-tendencij-rozvitku-internetu-rechej-u-2025-roci/

ADVANCED METHODS FOR IMPROVING POWER QUALITY IN UKRAINE USING SMART HOME SYSTEMS: ADAPTIVE CONTROL AND ENERGY FLEXIBILITY APPROACHES

Dnipro University of Technology

Danylov D.V, student of group 174-24-1
Scientific supervisor: **Kolb A.A. PhD, Associate Professor**

Relevance of the Topic. Continuing the analysis of power quality improvement in Ukraine, it should be emphasized that in 2026 the focus is shifting from basic Smart Home integration toward adaptive, coordinated, and grid-interactive energy management systems. While previous studies have demonstrated the effectiveness of AI- and IoT-based solutions in reducing voltage fluctuations and interruptions, modern power systems require real-time responsiveness and flexibility under dynamically changing operating conditions. Given the ongoing challenges related to infrastructure damage, increasing penetration of distributed energy resources, and the transition toward European energy standards, Smart Home systems are evolving into active elements of the power grid capable of supporting stability and reliability [1].

Existing Problems and Challenges. Despite significant progress, several critical limitations remain. Modern Smart Home systems still demonstrate insufficient capability for real-time adaptive control under grid disturbances, which reduces their effectiveness during sudden voltage drops or frequency deviations [2]. In addition, there is a lack of coordination between multiple Smart Home systems at the local level, which limits their potential to collectively influence grid stability. Many existing solutions rely on predefined control scenarios instead of predictive and adaptive strategies, which makes them less effective in dynamic environments. The integration of renewable energy sources and energy storage systems further increases system complexity, while demand-side flexibility mechanisms remain underutilized in practice. These challenges collectively restrict the contribution of Smart Home technologies to measurable improvements in power quality [3].

Research Results. This study proposes an advanced approach based on adaptive control algorithms, coordinated demand response, and enhanced integration with distributed energy resources aimed at improving power quality indicators in residential sectors [1]. A real-time control model based on artificial intelligence was developed to continuously monitor voltage and frequency parameters and dynamically adjust household load profiles. The system is capable of prioritizing critical loads under abnormal operating conditions, which improves stability during disturbances. Simulation results indicate a reduction in voltage deviations by approximately 30–35% compared to conventional rule-based Smart Home systems [2].

An important component of the proposed approach is the implementation of demand-side flexibility through load shifting mechanisms. The system allows non-critical loads to be redistributed in time according to grid conditions, which reduces peak demand and improves overall system balance. As a result, peak load reduction

of up to 18–22% was achieved, significantly lowering the probability of overloads and improving grid stability.

Another key aspect of the study is the introduction of coordinated Smart Home clusters that operate as local energy networks. In this model, multiple households exchange data and synchronize their energy consumption patterns, forming a partially decentralized microgrid structure. Modeling results demonstrate that such coordination leads to an improvement in power quality indicators by 15–25%, including reduced frequency deviations and shorter interruption durations.

The integration of battery energy storage systems further enhances system performance by enabling compensation of short-term voltage drops, balancing load fluctuations, and smoothing the variability of renewable energy generation [3]. In systems with integrated storage support, voltage stability improvements of up to 40% were observed.

Additionally, the use of advanced IoT-based monitoring tools allows for real-time analysis of harmonic distortions and rapid detection of abnormal operating conditions. This enables adaptive responses to disturbances and contributes to a reduction in harmonic distortion levels by approximately 20–25%, thereby improving overall power quality indices [4].

Conclusions. The conducted study demonstrates that the transition toward adaptive and coordinated Smart Home systems significantly enhances power quality in modern energy systems. The integration of artificial intelligence-based control, demand-side flexibility, and distributed energy resources enables Smart Homes to evolve from passive consumers into active participants in grid stabilization. The proposed approach provides a practical foundation for improving the resilience and efficiency of Ukraine's power system under current and future challenges.

Reference

1. Pliuhin, V., & Teterev, V. (2021). Possibility implementation analysis of the Smart Grid network in a current state conditions of the united energy systems of Ukraine. Lighting Engineering & Power Engineering, 60(1), 15–22. https://doi.org/10.33042/2079-424X.2021.60.1.03

2. Kuznetsov, P. (2023). Development and implementation of a smart home automation system in the context of the Ukrainianhousing sector: Challenges and prospects.housing sector: Challenges and prospects. Bulletin of Cherkasy State Technological UniversityBulletin of Cherkasy State Technological University, 29(1) 29(1), 62-72. doi:62-72. doi: 10.62660/10.62660/bcstu/1.2024.62bcstu/1.2024.62.

3. Kuzior, A.; Lobanova, A.; Kalashnikova, L. Green Energy in Ukraine: State, Public Demands, and Trends. *Energies* 2021, *14*, 7745. https://doi.org/10.3390/en14227745

4. Vishnevsky, V., & Kniaziev, S. (2024). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Science and Innovation*, *14*(4), 49–61. https://doi.org/10.15407/scine14.04.049

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ЯДЕРНИХ АКУМУЛЯТОРІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Драган Максим Денисович, група 141-23-1
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Рухлова Наталія Юріївна**

Сучасні джерела енергії постійно модернізуються. Хоча у більшості людей термін «ядерна енергія» асоціюється виключно з АЕС, ядерне паливо застосовується у багатьох напрямках. Наразі надзвичайно цікавим вектором розвитку є ядерні акумулятори. Наприклад, каліфорнійська компанія Infinity Power заявляє, що успішно розробила дуже потужну та довговічну ядерну батарею, яка використовує електрохімічне перетворення енергії. Зазначено, що ця ядерна батарея, яка розроблена за підтримки Міністерства оборони США, демонструвала загальну ефективність понад 60% [1]. І таких компаній зараз досить багато, серед них наприклад Perseverance, чий марсохід використовує радіоізотопний термоелектричний генератор (РІТЕГ) для отримання енергії, що працює завдяки 5 кг діоксиду плутонію. Цей процес базується на ефекті Зеєбека, який перетворює тепло на електроенергію [2]. Або Betavolt, яка представила перший у світі мініатюрний ядерний акумулятор розміром менше монети [3]. Наші наукові інститути НАН України також ведуть базові дослідження у сфері ядерної фізики.

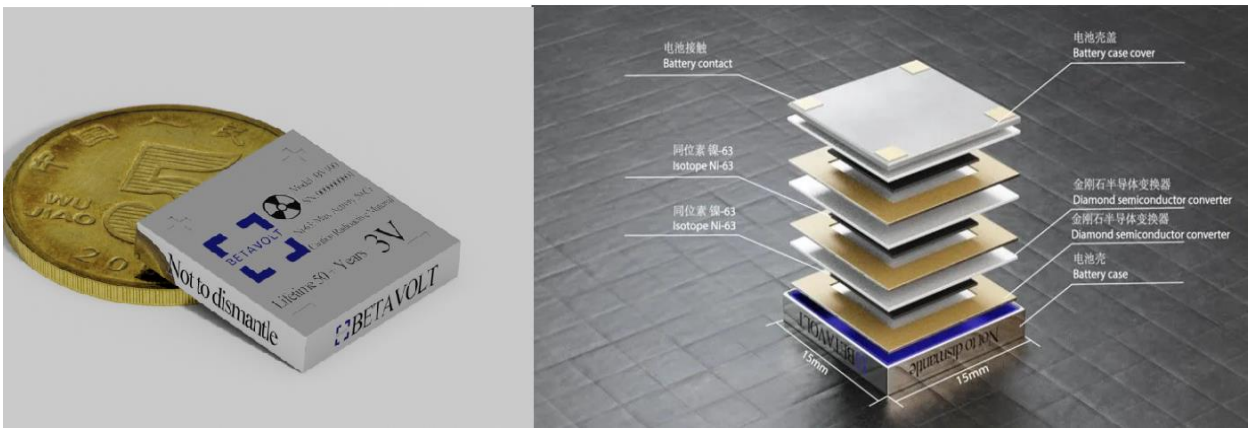


Рис. 1 - Розмір та конструкція батареї Betavolt BB100 [3]

Такі акумулятори мають як суттєві переваги, так і певні недоліки. До переваг можна віднести:

- **Довговічність.** Майже всі виробники заявляють про надзвичайний термін служби пристроїв. Зокрема, компанія Betavolt стверджує, що їх модель BB100 може працювати 50 років без підзарядки. Наразі вона вже пройшла етап пілотних випробувань для подальшого масового комерційного виробництва [3].
- **Енергоефективність.** Такі батареї мають високий ККД відносно своїх розмірів. Infinity Power заявляє, що їх пристрій у стилі монетної комірки

може забезпечувати десятки міліват потужності протягом 100 років [1]. У питаннях ресурсомісткості ядерні батареї наразі не мають рівних.

- **Екологічність**. На відміну від літій-іонних джерел, які швидко деградують і потребують частої зарядки, ядерні батареї працюють десятиліттями. Крім того, видобуток літію виснажує водні ресурси, перетворюючи регіони на пустелі. Ядерні ж акумулятори можуть використовувати як паливо радіоактивні відходи АЕС, що вирішує проблему їх утилізації. Прикладом такого підходу є стартап Thorizon [4].

До недоліків можна на даний час віднести:

- **Складність ліцензування.** Наразі складно отримати всі необхідні дозволи для масової реалізації технології. Робота з радіоактивними ізотопами (навіть слабкими, як Нікель-63) потребує надзвичайно жорсткого державного контролю та специфічних ліцензій.
- **Вартість**. Ціна використовуваних ізотопів залишається високою, оскільки отримання чистої речовини потребує роботи ядерних реакторів або центрифуг. Проте вчені вже шукають шляхи здешевлення через видобуток ізотопів із відходів. Поступово все змінюється і ми отримуємо новітні моделі вже не на лабораторному рівні, а на промисловому.
- **Утилізація.** Попри тривалий термін служби, такі батареї не можна просто викинути. Економічна модель має враховувати витрати на збір та переробку «відпрацьованого» палива (хоча за 50 років воно стає майже неактивним).

Проте поступово ці недоліки змінюється і ми отримуємо новітні моделі. Важливим кроком є розвиток технологій в Україні. Нещодавно група BGV Group Management спільно з науковцями (зокрема з КНУТД) успішно протестувала прототип батареї з використанням українського графіту. Хоча це була літій-іонна батарея, саме графіт є основою для створення перспективних «алмазних ядерних батарейок» (Carbon-14). Оскільки Україна має одні з найбільших покладів графіту в Європі, це робить нашу державу потенційно важливим гравцем у цьому технологічному ланцюгу [5].

Висновки. Атомна енергія - це не лише про велетенські АЕС та шкідливий радіаційний фон після них, але й про досить ергономічні та відносно безпечні акумулятори. Такі джерела забезпечать автономність приладів на роки, порівняно з іншими джерелами. Також, їх малі розміри дадуть змогу для спеціалізованих застосувань, наприклад, у медичних пристроях, глибоководних чи космічних апаратах тощо, це допоможе запустити масове виробництво техніки нового покоління.

Перелік посилань

1. US company claims nuclear battery breakthrough URL: https://www.world-nuclear-news.org/Articles/US-company-claims-nuclear-battery-breakthrough?feed=feed (дата доступу 10.04.2026).

2. Експерт розповів, що таке ядерна батарея і як вона працює URL: https://itechua.com/technologies/266107 (дата доступу 10.04.2026).

3. 50 років без підзарядки: китайський стартап Betavolt створив атомну батарею для «вічних» смартфонів URL: https://itc.ua/ua/novini/50-rokiv-bez-pidzaryadky-kytajskyj-startap-betavolt-stvoryv-atomnu-batareyu-dlya-vichnyh-smartfoniv/ (дата доступу 10.04.2026).

4. Безпечно та екологічно. Європейський стартап перетворить ядерні відходи на джерело енергії URL: https://techno.nv.ua/ukr/popscience/yevropeyskiy-startap-peretvorit-yaderni-vidhodi-na-energiyu-dlya-250-000-budinkiv-50514987.html (дата доступу 10.04.2026).

5. Компанія BGV успішно протестувала прототип батарейки з українського графіту URL: https://bgv.com.ua/kompaniya-bgv-uspishno-protestuvala-prototyp-batarejky-z-ukrayinskogo-grafitu/ (дата доступу 10.04.2026).

ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Замкова Олександра Андріївна, група 141-24-1
Науковий керівник: асист. каф. електротехніки Кошеленко Анна Олександрівна

У воєнний час актуальним постає питання енерго- та теплозабезпечення міст. Тож виникає необхідність впровадження децентралізованої генерації, яка буде більш стійкою до атак. Газогенераторні установки на біомасі можуть працювати локально (на рівні громад або підприємств) та забезпечувати автономне енергопостачання критичної інфраструктури. Газогенератори на трісці використовують відходи лісопереробки та комунального господарства та не потребують імпорту палива, що є надзвичайно важливим в умовах ризиків імпорту енергоносіїв.

Для установки потужністю 100 кВт, що працює на деревній трісці, найчастіше застосовується технологія газогенерації (піролізу) з подальшим використанням синтез-газу в двигуні внутрішнього згоряння або, рідше, у паровій мікротурбіні. Тріска — це «чистіше» та більш передбачуване паливо: вона має менше агресивних хімічних елементів (хлору, калію) і нижчу зольність, що менше виснажує обладнання.

Необхідні дані для подальшого аналізу та розрахунку газотурбінної установки 100 кВт наведені у таблиці 1.

Таблиця 1- Газогенераторна установка (ДВЗ + газогенератор)

Ресурс двигуна до капітального ремонту	30,000 – 45,000 мотогодин
Загальний термін служби системи	до 80,000 – 100,000 годин (приблизно 10–12 років роботи в режимі 24/7 з капремонтами)
Сервісний інтервал	заміна оливи та фільтрів кожні 500 – 1,000 годин

Газогенераторні установки, які працюють на трісці мають вищий ресурс (≈30-50%) у порівнянні з установками, які працюють на соломі.

Вартість регулярного обслуговування твердопаливної когенераційної установки на 100 кВт становить 10–15% від вартості виробленої електроенергії або приблизно 0,5–1,2 грн за кожну кВт·год. Для установки потужністю 100 кВт, що працює стандартно (8000 годин на рік), річні витрати на сервіс складуть приблизно $8,000 – $15,000 (без урахування палива).

Для когенераційної установки потужністю 100 кВт (електричних) показники витрат деревної тріски будуть ефективнішими, ніж у соломи, оскільки дерево має вищу калорійність і стабільніше горить. Для генерації 100 кВт електроенергії (при середньому електричному ККД установки 18–22%) витрата па-

лива складе приблизно 80–120 кг сухої тріски на годину або 0,35–0,5 м³ залежно від вологості та породи деревини.

Ціна тріски залежить від її якості (паливна тріска з гілок чи чиста технологічна тріска) та вологості. За тонну (вологість до 25%): 2,500 – 4,000 грн.

Собівартість палива у кВт·год: якщо брати середню ціну 3,000 грн/т і витрату 1 кг/кВт·год, паливна складова становитиме близько 3,00 грн за 1 кВт·год.

Розрахуємо вартість 1 кВт·год, враховуючи вартість палива, амортизацію, за формулою:

$$S = П + О + С + А \quad (1)$$

де: П - вартість палива за годину;

$$П = 100\ кг/год \cdot 3\ грн = 3{,}00\ грн/кВт \cdot год;$$

О - витратні матеріали (олива, фільтри) + запчастини – близько 0,70 грн/кВт·год;

С - зарплата оператора та витрати на сервісну службу, розподілені на кількість виробленої енергії. При 1 операторі на зміні (умовно 20 000 грн/міс) і цілодобовій роботі установки потужністю 100 кВт – питомі витрати на зарплату становлять 0,30 грн/кВт·год;

А - амортизаційні витрати: \$120,000 / 10 років / 8000 год = \$1.5 (~63 грн). Таким чином, амортизаційні витрати становлять 0,63 грн/кВт·год;

Е - кількість вироблених кВт·год за розрахунковий період.

Розрахуємо вартість 1 кВт·год за формулою (1):

$$S = 3{,}00 + 0{,}7 + 0{,}3 + 0{,}63 = 4{,}63\ грн/кВт{\cdot}год.$$

За отриманими даними бачимо, що вартість 1 кВт·год при використанні твердопаливної когенераційної установки на трісці становитиме 4,63 грн. Порівняємо з вартістю 1 кВт·год, отриманих при використанні дизельних генераторів, яка варіюється з 12,26 до 20,99 грн за 1 кВт·год, а при використанні бензинових генераторів вартість електричної енергії змінюється у межах від 26,38 до 46,42 грн за 1 кВт·год [1].

Отримані результати свідчать, що твердопаливна когенераційна установка на трісці є більш економічною у порівнянні з дизельними та бензиновими генераторами. Крім економічних переваг, така установка має ще й екологічні переваги, оскільки працює на відновлюваній біомасі (трісці).

Отже, когенераційна установка на трісці є більш дешевим та екологічно сталим рішенням для забезпечення енергопостачання об’єктів міст.

Перелік посилань

1. Є.В. Кошеленко / Технології створення систем комбінованого живлення об’єктів міст / Є.В. Кошеленко, І.М. Луценко, О.А. Замкова, П.С. Циган, А.О. Кошеленко // Збірник наукових праць НГУ №78-19 - Дніпро: НТУ «ДП» - 2024. – С. 222-230. https://doi.org/10.33271/crpnmu/79.222

ПОТЯГИ СИСТЕМИ МАГЛЕВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Куриляк Денис Миколайович, група 141-24-2
***Науковий керівник:* к.т.н., проф. Ципленков Дмитро Володимирович**

Актуальність дослідження магніто-левітаційного транспорту обумовлена стрімким зростанням вимог до швидкості, енергоефективності та надійності сучасних транспортних систем. Традиційний залізничний транспорт, незважаючи на високий рівень розвитку, має суттєві обмеження, пов'язані з механічним контактом коліс і рейок, що призводить до зносу елементів, втрат енергії на тертя та обмеження максимальної швидкості руху.

Сучасні виклики, зокрема необхідність зменшення витрат на експлуатацію транспортної інфраструктури, підвищення пропускної здатності та зниження негативного впливу на навколишнє середовище, стимулюють пошук інноваційних технологічних рішень. У цьому контексті системи магнітної левітації (Maglev) розглядаються як один із найбільш перспективних напрямків розвитку транспорту.

Використання магнітної левітації дозволяє усунути контакт між рухомими елементами, що значно знижує знос конструкції, підвищує надійність роботи та забезпечує можливість досягнення надвисоких швидкостей. Крім того, такі системи характеризуються підвищеною енергоефективністю та можуть інтегруватися в концепції сталого розвитку та «зеленої» енергетики.

З огляду на розвиток високошвидкісних перевезень і перспективи освоєння космічного простору, технологія Maglev також розглядається як потенційна основа транспортних систем у умовах пониженої гравітації, що додатково підсилює її наукову та практичну значущість.

Метою роботи є комплексне дослідження технології магнітної левітації (Maglev), зокрема аналіз принципів її функціонування, конструктивних особливостей та сучасних технічних рішень, що застосовуються у високошвидкісному транспорті.

Основний акцент роботи спрямований на вивчення різних типів систем левітації (електромагнітної та електродинамічної), їхніх переваг і недоліків.

Крім того, метою є визначення перспектив подальшого розвитку технології Maglev, зокрема можливостей її застосування у надшвидкісних транспортних системах нового покоління таких як Hyperloop.

Технологія магнітної левітації почала розвиватися ще на початку XX століття. Перші ідеї та патенти з'явилися приблизно у 1902 році, після чого почалися перші спроби реалізації цієї технології.

У 1911 році був створений один із перших експериментальних макетів, який показав, що рух без контакту з рейками є можливим.

Активні розробки почалися вже у 60-х роках XX століття, коли з'явилися перші повнорозмірні прототипи. У 1979 році на виставці в Гамбурзі був представлений потяг, на якому можна було навіть проїхатися, що стало важливим кроком у розвитку технології.

З 1980-х років до розробки маглевів активно підключилися різні країни, і технологія почала переходити від експериментів до реального використання.

Електромагнітний підвіс (рис. 1) є одним із основних принципів роботи потягів Maglev. Його суть полягає в тому, що потяг утримується над рейкою за рахунок електромагнітів, які притягуються до металевої направляючої.



а б

Рис. 1 – Електромагнітний підвіс:
а - схема, б – дослідний стенд (м. Дніпро, 1989 р.)

Магніти розташовані на поїзді та взаємодіють із рейкою таким чином, що створюється підйомна сила, яка піднімає потяг приблизно на 10–15 мм над поверхнею. Завдяки цьому зникає тертя між потягом і рейками.

Рух потяга забезпечується зміною магнітного поля за рахунок зміни полярності магнітів, це дозволяє як розганяти, так і гальмувати потяг.

Основною особливістю цієї системи є те, що вона потребує постійного контролю положення потяга, оскільки навіть невеликі відхилення можуть впливати на стабільність руху. Для цього використовуються спеціальні системи керування.

До переваг електромагнітного підвісу можна віднести відносно просту реалізацію та хорошу керованість. Водночас недоліком є залежність від постійного живлення та складність підтримання стабільного зазору на великих швидкостях.

Електродинамічна левітація є ще одним способом реалізації магнітного підвісу в системах Maglev. У цій технології підйомна сила виникає за рахунок взаємодії магнітного поля поїзда з провідниками, розташованими в колії.

Зазвичай у таких системах використовуються надпровідні магніти, які створюють сильне магнітне поле. Коли потяг рухається, у провідниках виникають індукційні струми, що створюють зустрічне магнітне поле і відштовхують поїзд від рейки.

На відміну від електромагнітного підвісу, така система є більш стабільною і не потребує постійного активного контролю положення під час руху на великій швидкості.

Особливістю EDS є те, що левітація починається тільки після досягнення певної швидкості (приблизно 100 км/год), тому на малих швидкостях потяг рухається на допоміжних колесах.

До переваг цієї системи можна віднести можливість досягнення дуже високих швидкостей (понад 600 км/год) та кращу стабільність руху. Недоліками є складність конструкції, необхідність охолодження надпровідних магнітів та висока вартість реалізації.

Гіперлуп є перспективною транспортною концепцією, яка частково базується на технології магнітної левітації. Його основна ідея полягає у переміщенні капсул у спеціальних трубах із пониженим тиском або майже вакуумом.

У більшості сучасних проєктів для руху планується використовувати магнітну левітацію, подібну до систем Maglev, разом із лінійними електродвигунами для розгону капсули.

Завдяки зменшенню опору повітря та відсутності тертя, така система теоретично дозволяє досягати дуже високих швидкостей, значно більших, ніж у традиційного транспорту.

Разом з тим, на сьогодні ця технологія все ще знаходиться на стадії розробки та тестування. Основними проблемами є складність створення вакуумного середовища, висока вартість інфраструктури та недостатня кількість повноцінних випробувань.

Таким чином, технологія магнітної левітації є одним із найбільш перспективних напрямків розвитку транспортних систем. Її впровадження дозволяє підвищити ефективність перевезень, зменшити експлуатаційні витрати та розширити можливості використання транспорту, зокрема у майбутніх космічних проєктах.

Перелік посилань

1. Павленко Т.П., Грабльовська Н.Я., Кубієвич Ю.А. Особливість використання лінійних електродвигунів та методи розрахунку параметрів / International Science Journal of Engineering & Agriculture 2023; 2(4): 58-70. doi: 10.46299/j.isjea.20230204.07

2. Потяги на магнітної подушці – транспорт майбутнього. Режим доступу: https://epa.kpi.ua/science/interesting-info/maglev/

3. Der schnellste Zug, der je gebaut wurde | Die komplette Physik. Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=nWBBUkUlOIU

ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лобода Анна Юріївна, група ЕЕм-25-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Бородай Валерій Анатолійович**

Вступ. Фаза активних бойових дій стала причиною руйнування енергетичної інфраструктури України, що призвело до тривалих та часто непередбачуваних відключень електроенергії. У багатоповерхових будинках це спричинило порушення водопостачання, освітлення приміщень загального використання та справжній «ліфтовий колапс». Так, за даними статистичного аналізу роботи ліфтового господарства західних регіонів України, кількість викликів аварійних бригад для визволення заблокованих у ліфтах людей зросла в 4 - 5 разів порівняно з довоєнним періодом. Лише за три зимові місяці тисячі людей сукупно провели в замкнених кабінах близько 1500 годин [1]. Особливої гостроти проблема набуває для маломобільних груп населення: людей з інвалідністю, літніх мешканців та батьків із маленькими дітьми, для яких непрацюючий ліфт означає повну ізоляцію від зовнішнього світу. Окрім соціального аспекту, аварійні вимкнення та перепади напруги в мережі критично впливають на технічний стан обладнання, прискорюючи знос коштовних двигунів ліфтів. Тому завданням публікації є розробка рекомендацій щодо нового підходу вирішення поставленої мети.

Мета роботи - запропонувати конструкцію системи резервного живлення багатоповерхового будинку із відповідною системою керування, надання рекомендацій щодо принципів побудови її алгоритму управління, які стануть новим способом електроживлення критичної інфраструктури багатоповерхових будинків, що гарантовано підвищить мобільність літніх мешканців та батьків із маленькими дітьми.

Основний зміст роботи. Для вирішення проблеми енергонезалежності критичної інфраструктури будинку (ліфти, насоси для води, освітлення під'їздів) розглядаються кілька технічних рішень:

- *Джерела безперебійного живлення (ДБЖ):*

Встановлення трифазних ДБЖ потужністю близько 20 кВт дозволяє забезпечити роботу ліфта на 10-15 хвилин. Основна мета - не повноцінна робота під час блекауту, а гарантована евакуація пасажирів до найближчого поверху [2]. Вартість такого рішення становить 200 - 300 тис. грн.

- *Дизельні та бензинові генератори:*

Можуть забезпечити тривалу роботу всієї інфраструктури, проте потребують значних витрат палива (близько 5 л/год) та спеціально обладнаного місця через високий рівень шуму. Вартість промислового генератора разом із підключенням може сягати 1 млн грн.

- *Сонячні електростанції (СЕС):*

Сучасне рішення, що дозволяє живити насоси та ліфти за рахунок відновлюваної енергії. Вартість системи становить приблизно 2 тис. доларів на 1 кВт

встановленої потужності. Це ефективна інвестиція в майбутнє, особливо за наявності програм співфінансування.

- *Модернізація автоматики (режим евакуації):*

Для старих радянських ліфтів існують пристрої, що забезпечують автоматичне доведення кабіни до поверху при зникненні світла [3]. Це найбюджетніший варіант - вартість такого приладу складає 30–40 тис. грн.

Таким чином, розглянуті способи резервного живлення не спроможні поодинці вирішити питання стабільної роботи ліфтового господарства і відповідно не забезпечать маломобільну категорію мешканців доступним способом пересування.

Основною ідеєю роботи є застосування комбінованого джерела, яке б складалося із ДБЖ та сонячної електростанції. Основною перепоною є досить висока вартість, що може бути подолана за залучення програм фінансування міст та поетапним впровадженням системи. Перший етап - реалізація системи накопичення енергії зі повним набором пускорегулюючої апаратури, включно з АВР, а другий - побудова сонячної електростанції.

Наукова новизна роботи полягає у розробці оригінальних схем та алгоритму керування системи резервного живлення, наданні рекомендацій щодо його практичної реалізації, що дозволить збільшити тривалість роботи критичної інфраструктури впродовж декількох годин.

Висновки. Забезпечення повноцінної роботи ліфтів впродовж тривалих блекаутів є технічно складним та фінансово витратним завданням. Проте критично необхідним є впровадження систем «автоматичної евакуації» мешканців та резервного живлення для вузлів водопостачання. Найбільш перспективним напрямком є поетапна модернізація ліфтового фонду та поєднання ДБЖ із відновлюваними джерелами енергії, що дозволить не лише гарантувати безпеку мешканців, а й зберегти технічний ресурс обладнання в умовах нестабільної енергосистеми.

Перелік посилань

1. Zaxid.net. Чи можуть працювати ліфти під час блекаутів і як зменшити кількість застрягань у них. URL: https://zaxid.net/bez_obmezhen_n1558655 (дата звернення: 21.04.2026).

2. PowerControl. Secondary power supplies for emergency evacuation lifts. URL: https://www.powercontrol.co.uk/news-blog/blog/secondary-power-supplies-for-emergency-evacuation-lifts/ (дата звернення: 21.04.2026).

3. СІТІ ЛІФТ. Живлення ліфта: генератор або батарея для безпеки і безперебійної роботи. URL: https://citylift.com.ua/company-news/generator-power-for-elevators.html (дата звернення: 21.04.2026).

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ СТАНДАРТІВ IEC 61850 ТА IEC 61499

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лобода Анна Юріївна, група ЕЕм-25-2
Науковий керівник: к.т.н., доц. Лисенко Олександра Геннадіївна

Вступ. Ефективне функціонування енергетичного ринку потребує впровадження сучасних, точних та автоматизованих систем обліку електроенергії. Цифрова трансформація енергетичного сектору є ключовим фактором для підвищення ефективності, надійності та стійкості енергосистеми України [1].

Мета роботи - дослідити інтеграцію міжнародних стандартів IEC 61850 та IEC 61499 як технологічного фундаменту для побудови цифрових підстанцій та забезпечення переходу до інтелектуальних енергосистем типу Smart Grid.

Наразі дуже стрімко впроваджуються цифрові технології в енергетичному секторі, де кожен елемент енергетичного обладнання стає інтелектуальним об'єктом, що потребує віддаленого моніторингу та контролю. Цьому процесу передувала еволюція від ручного зняття показників до впровадження автоматизованих систем комерційного обліку (АСКОЕ). У сфері автоматизації підстанцій ключовою є концепція цифрової підстанції, що базується на міжнародних стандартах IEC 61850 та IEC 61499.

IEC 61850 – міжнародний стандарт для розподілених систем керування та автоматизації [2]. Важливим поняттям цього стандарту є Логічний вузол (Logical node), що є «найменшою частиною функції, яка обмінюється даними». Кожен логічний вузол складається з обов'язкових, умовних або необов'язкових даних (Data Objects), що містять відповідні атрибути даних (Data Attributes) (рис.1).

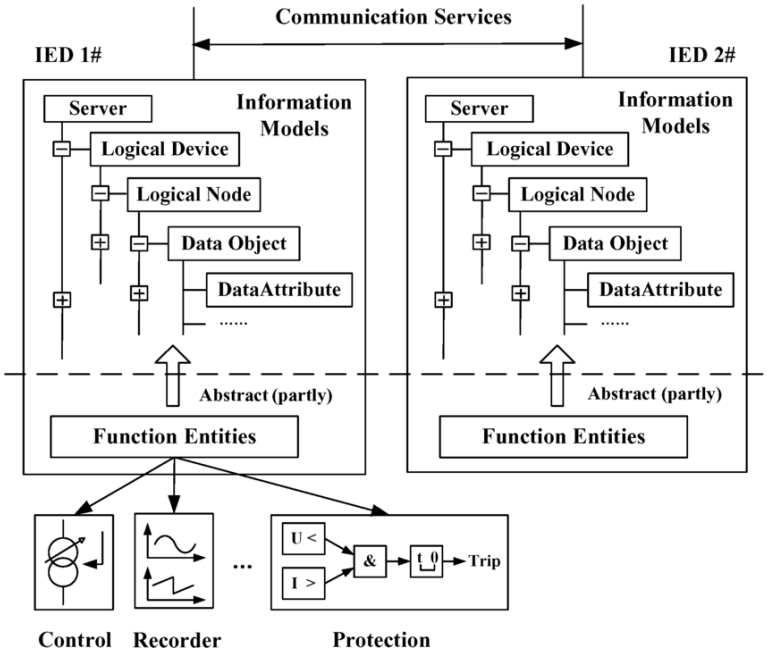


Рис. 1 Ієрархічна модель за стандартом IEC 61850

Далі дані з логічних вузлів формуються у функціональні блоки для прийняття подальших рішень, що обумовлено стандартом IEC 61499.

IEC 61499 - міжнародний стандарт для розподіленого керування та логіки [3]. Цей стандарт є еволюцією стандарту IEC 61131-3. Він описує архітектуру для створення гнучких, розподілених систем керування і визначає загальну функціональну модель, засновану на функціональних блоках для розподілених систем керування та автоматизації. Чотири основні моделі (функціональний блок, додаток, ресурс та пристрій) стандарту [4] показані на рис. 2.

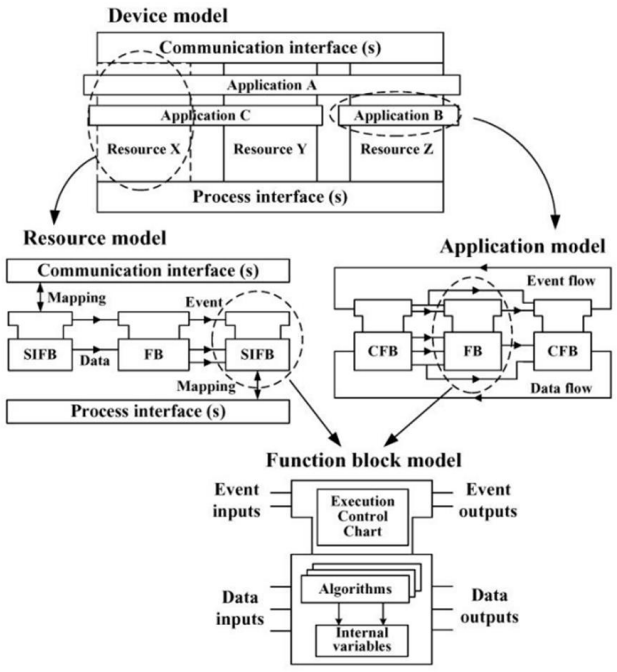


Рис. 1 Функціональна модель за стандартом IEC 61499

Таким чином, інтеграція стандартів IEC 61850 та IEC 61499 створює основу для побудови системи "Smart Grid", яка базується на використанні цифрових підстанцій, на яких впроваджуються цифрові технології на рівні вимірювання і збору інформації режимів роботи підстанції і мережі [5].

В Україні наразі активно впроваджуються плани з цифрової модернізації енергосистеми. Перша цифрова підстанція (в рамках пілотного проєкту в місті Ірпінь на Київщині) має повноцінно запрацювати у 2026 році [6].

Висновки. У результаті проведеного аналізу встановлено, що цифрова трансформація підстанцій на основі міжнародних стандартів IEC 61850 та IEC 61499 є ключовою передумовою підвищення ефективності та надійності сучасних енергосистем. Отже, інтеграція згаданих вище стандартів дозволяє створювати інтелектуальні цифрові підстанції, здатні до адаптивного керування режимами роботи, зменшення впливу людського фактору та підвищення швидкості обробки інформації. Це, у свою чергу, сприяє покращенню якості електропостачання, підвищенню прозорості енергетичних процесів та є важливим кроком для інтеграції енергосистеми України до європейської мережі ENTSO-E.

Перелік посилань

1. Юркін І.М., Заяць Т.М., Іваницький В.П. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕНЕРГЕТИЦІ. Конспект лекцій. Ужгород, 2025. 74 с. URL: https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/93448 (дата звернення: 14.04.2026).

2. ДСТУ IEC 61850-5:2019 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 5. Технічні вимоги до функцій і моделей приладів (IEC 61850-5:2013, IDT) (дата звернення: 14.04.2026).

3. ДСТУ EN 61499-1:2022 Функціональні блоки. Частина 1. Архітектура (EN 61499-1:2013, IDT; IEC 61499-1:2012, IDT) (дата звернення: 14.04.2026).

4. Zhu, Lin & Shi, Dongyuan & Duan, Xianzhong. (2011). Standard Function Blocks for Flexible IED in IEC 61850-Based Substation Automation. Power Delivery, IEEE Transactions on. 26. 1101 - 1110. 10.1109/TPWRD.2010.2091154 (дата звернення: 14.04.2026).

5. Vasilchenko, V. I., Gryb, O. G., Leleka, O. V., Gapon, D. A., & Ierusalimova, T. S. (2014). DIGITAL SUBSTATION COMPONENT SYSTEM "SMART GRID". Electrical Engineering & Electromechanics, (6), 72–76. URL: https://doi.org/10.20998/2074-272X.2014.6.13 (дата звернення: 14.04.2026).

6. Kyiv.news. Перша цифрова підстанція в Україні запрацює у 2026 році. URL: https://kyiv.news/energy/kapsyla-chasu-tsyfrovoi-pidstantsii/ (дата звернення: 14.04.2026).

7. Entso-e. ENTSO-E Communication and Connectivity Service Platform. URL: https://www.entsoe.eu/ecco-sp/ (дата звернення: 14.04.2026).

ЗМІНИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА МОЖЛИВІ НАПРЯМИ ЇЇ ПОКРАЩЕННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мосьпан Кирило Ігорович, група ЕЕ-25-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Колб Андрій Антонович**

Актуальність теми. Починаючи з 2022 року, енергетична система України зазнала значних втрат через бойові дії та пошкодження інфраструктури. Це призвело до суттєвого погіршення якості електричної енергії, що проявляється у частих відключеннях, нестабільній напрузі та порушеннях частоти. Якість електроенергії є важливим показником, оскільки вона безпосередньо впливає на роботу побутових приладів, промислового обладнання та безпеку населення [1].

У сучасних умовах особливо важливо не лише аналізувати наявні проблеми, але й розглядати можливі шляхи поступового покращення ситуації навіть за умов обмежених ресурсів.

Основні проблеми якості електроенергії. У результаті пошкодження електростанцій і ліній передачі виникли серйозні порушення у роботі енергосистеми. Однією з головних проблем стали часті та тривалі відключення електроенергії [2]. У деякі періоди тривалість відключень могла становити декілька годин на добу, що значно ускладнює повсякденне життя населення та роботу підприємств.

Ще однією важливою проблемою є нестабільність напруги. Через перевантаження мережі та пошкодження обладнання спостерігаються значні коливання напруги, які можуть призводити до виходу з ладу електроприладів. Також відбуваються відхилення частоти електричного струму від номінального значення 50 Гц, що негативно впливає на стабільність роботи всієї системи.

Додатково зростає рівень гармонічних спотворень, що пов’язано з нерівномірним навантаженням та аварійними режимами роботи мережі. Особливо складна ситуація спостерігається у східних регіонах України, де інфраструктура зазнала найбільших руйнувань [2].

Результати аналізу та спостережень. Проведений аналіз показує, що якість електроенергії в Україні суттєво погіршилась порівняно з довоєнним періодом. Тривалість відключень значно зросла, а стабільність напруги та частоти знизилась. Перехід на європейський стандарт напруги 230 В у 2025 році є важливим кроком, однак його повна реалізація ускладнюється через технічні проблеми та пошкодження мережі [3].

Разом з тим спостерігаються окремі позитивні тенденції. Зменшення промислового споживання та використання альтернативних джерел енергії частково знижують навантаження на систему. Імпорт електроенергії з країн Європейського Союзу також допомагає стабілізувати ситуацію у пікові періоди [2].

Можливі напрями покращення ситуації. Для поступового покращення якості електроенергії доцільно впроваджувати прості та доступні рішення. Важливим напрямом є більш рівномірний розподіл навантаження між споживачами, що дозволить зменшити перевантаження мережі. Також доцільно викорис-

товувати резервні джерела живлення, такі як генератори та акумуляторні системи, особливо для критично важливих об'єктів [2,3].

Перспективним є розвиток локальних енергетичних систем, які можуть частково працювати автономно. Це дозволить зменшити залежність від централізованої мережі та підвищити надійність електропостачання. Крім того, важливу роль відіграє підвищення обізнаності населення щодо раціонального використання електроенергії, особливо у періоди пікового навантаження.

Висновки. Таким чином, воєнні дії суттєво вплинули на якість електричної енергії в Україні, спричинивши значне зростання кількості відключень, нестабільність напруги та інші проблеми. Разом з тим існують можливості для поступового покращення ситуації навіть у складних умовах. Використання простих заходів, розвиток локальних систем енергопостачання та більш ефективне споживання електроенергії можуть сприяти підвищенню надійності та якості електропостачання в майбутньому.

Перелік посилань

1. Ukraine's energy sector is a key battleground in the war with Russia - https://www.brookings.edu/articles/ukraines-energy-sector-is-a-key-battleground-in-the-war-with-russia.

2. A pre-winter assessment - https://www.iea.org/reports/ukraines-energy-security/a-pre-winter-assessment.

3. ACAPS Ukraine Energy Infrastructure Attacks Report (PDF) - https://www.acaps.org/fileadmin/Data_Product/Main_media/20250219_ACAPS_Ukraine_-_Energy_infrastructure_attacks-_Updated_outlook_and_impact_during_the_2024-2025_cold_season_.pdf

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Попудін Олександр Сергійович, група ЕЕм-25-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц., Рухлова Наталія Юріївна**

В сучасних умовах зруйнованої енергетичної системи України особливо актуальна тема пікового навантаження та відповідних методів розвантаження енергосистеми.

Одним із основних викликів для енергетичної системи України є проблема покриття нерівномірності графіків електричного навантаження (ГЕН), яка останнім часом тільки ускладнилася через військові дії та масовані атаки ворога на енергетичну інфраструктуру країни [1].

На жаль, з 1 січня 2019 року в Україні втратила чинність постанова Національної комісії з регулювання енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) щодо застосування диференційованих за часом тарифів (для споживачів, які не є домогосподарствами), а постачання електроенергії споживачам здійснюється за вільними цінами [2].

Якщо проаналізувати поточний ринок продажу електроенергії, то рівень цін відповідає певним зонам доби та змінам у них. Це означає, що в періоди, які відповідають чітко вираженому максимальному навантаженню в електроенергетичній системі, ціни на електроенергію є найвищими, а в періоди мінімального навантаження (зазвичай вночі) – найнижчими. Крім того періоди максимальних і мінімальних навантажень визначаються відповідними постановами НКРЕКП і відповідають лише основним двом періодам доби [2].

На основі цих даних можна зробити логічний висновок, що при коректному плануванні та моделюванні роботи споживачів, можна знизити витрати на електроенергію навіть без суттєвої модернізації та капітальних витрат, але за умови коректної роботи обладнання.

На прикладі роботи насосів шахтної головної водовідливної установки (ГВУ) були змодельовані та показані декілька режимів роботи – звичайний та оптимізований. Виконані розрахунки та моделювання режимів електроспоживання, за наведеним у [3] алгоритмом, дозволили отримати результати, які наведено нижче.

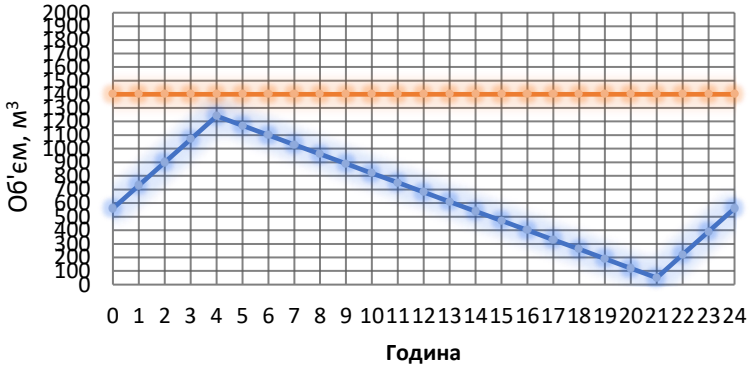


Рис. 1. – Графік заповнення водозбірнику за базовим варіантом

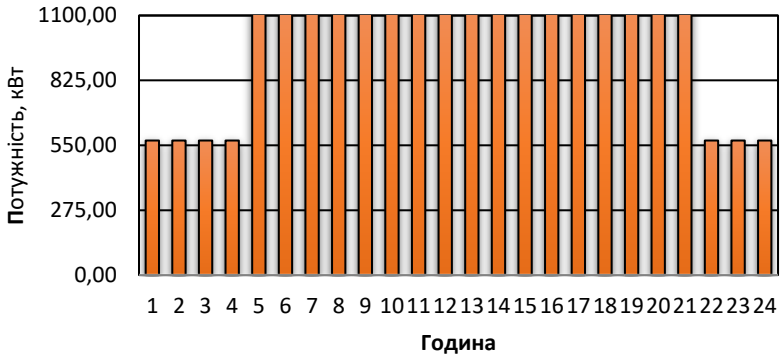


Рис. 2. – Графік електричних навантажень ГВУ за базовим варіантом

Використовуючи змодельований у Excel ГЕН та вартість електроенергії за зонами доби, визначаємо величину оплати за спожиту ГВУ електроенергію протягом доби: $В_{баз}$ = 222735,06 грн.

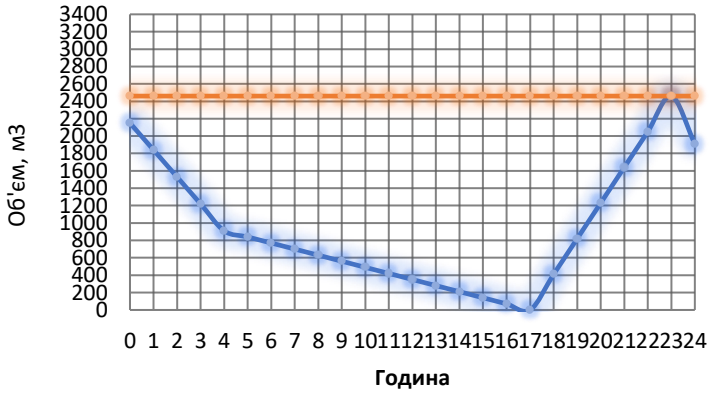


Рис. 3. – Графік заповнення водозбірнику при оптимізації режимів роботи насосів

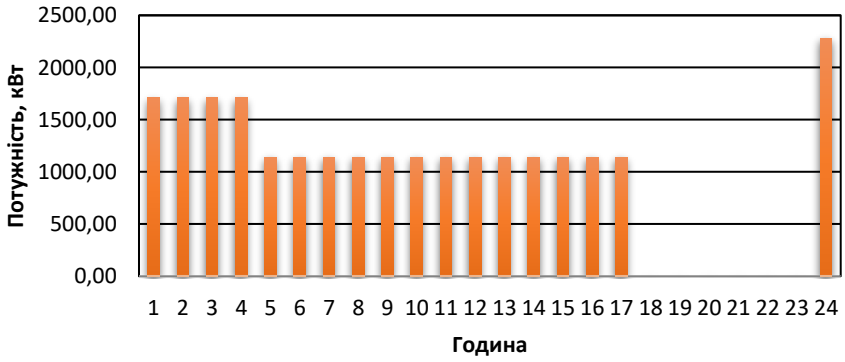


Рис. 4. – Графік електричних навантажень ГВУ при оптимізації режимів роботи насосів

При оптимізації режимів роботи насосів, а саме при обмеженні їх роботи в період пікових навантажень в енергосистемі, коли найбільша вартість електричної енергії, отримуємо добову плату вже на рівні $В_{опт}$ = 174112,02 грн.

Зменшення вартості електроенергії за добу при порівняні двох наведених варіантів складатиме:

$$\Delta В = В_{баз} – В_{опт} = 222735,0628 – 174112,02= 48623,04 \text{ грн.}$$

Як бачимо, регулювання режимів електроспоживання потужних технологічних установок є достатньо ефективним засобом, що вигідний як споживачу електроенергії, так і енергосистемі. У запропонованому сценарії споживання вдалося зменшити на 18,64%, що є значним на основі такого масиву споживання електроенергії. Термін окупності створення додаткових гірничо-технологічних умов в другому сценарії (збільшення об’єму водозбірника) буде менший за 0,5 року, що є високим економічно ефективним рішенням для впровадження.

Також варто зазначити, що у першому сценарії загальний обсяг використання електроенергії – 22237,5 кВт·год, а у другому – 23377,88 кВт·год, тобто економія досягнута навіть при збільшеній на 5% витраті електроенергії.

Перелік посилань

1. Рухлов А.В. РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПІКОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕНЕРГОСИСТЕМІ / А.В. Рухлов, І.М. Луценко, Н.Ю. Рухлова, Є.В. Кошеленко, О.А. Замкова ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», м. Запоріжжя, Україна Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна. https://doi.org/10.33271/crpnmu/74.204.

2. Rukhlova N. ENERGOOSZCZĘDNY SPOSÓB FUNKCJONOWANIA URZĄDZEŃ GŁÓWNEGO ODWADNIANIA KOPALŃ WĘGLA / Rukhlova N., Lutsenko I., Koshelenko Y., Kyrychenko M. [редкол. : О. Патряк та ін.] ; ГО “Наукова спільнота”; WSSG w Przeworsku. – Тернопіль : ФО-П Шпак В.Б. – 127 с. – ISSN 2522-932X. – С. 100-102. http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-1010/

3. Управління електроспоживанням. Методичні рекомендації до виконання розрахункового завдання «Моделювання режимів роботи споживачів-регуляторів» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / І.М. Луценко, Н.Ю. Рухлова; Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка». – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 28 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕХОДУ НА ВОДНЕВЕ ПАЛИВО В ПРОМИСЛОВОМУ ТА МУНІЦИПАЛЬНОМУ СЕКТОРАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Самойленко Єлисей Ярославович, група ЕЕм-25-2
***Науковий керівник:* к.т.н. доц. Олішевський Геннадій Сергійович**

Сьогодні питання енергетики є надзвичайно актуальним, особливо для великих міст, де постійно зростає енергоспоживання через розвиток інфраструктури та збільшення населення. Використання традиційних джерел енергії — нафти, газу та вугілля — призводить до значного забруднення довкілля та викидів парникових газів. Крім того, ці ресурси є обмеженими, що зумовлює необхідність переходу до альтернативних, більш екологічних джерел енергії.

Муніципальний сектор відіграє важливу роль у структурі енергоспоживання міст. До нього належать громадський транспорт, житлово-комунальне господарство, системи теплопостачання та освітлення. Саме ці сфери створюють значне навантаження на енергосистему та є одним із основних джерел забруднення повітря. Тому впровадження чистих енергетичних рішень у муніципальному секторі має важливе значення для покращення екологічної ситуації та якості життя населення.

Однією з причин переходу до нових джерел енергії є не лише екологічні проблеми, але й економічні та політичні фактори. Зокрема, нестабільність цін на енергоносії та залежність від імпорту створюють додаткові певні ризики для держави. Водночас міжнародні зобов'язання щодо скорочення викидів стимулюють розвиток екологічно чистих технологій.

Водень є перспективним енергоносієм, який не існує у вільному вигляді, а виробляється з інших ресурсів. Його використовують переважно у паливних елементах, де він перетворюється на електроенергію без процесу горіння. Основними видами водню є сірий, блакитний і зелений [1].

Найбільш екологічним є зелений водень, який виробляється з використанням відновлюваних джерел енергії.

Серед переваг водню варто відзначити його екологічність, високу енергоємність і універсальність застосування. При його використанні утворюється вода, що дозволяє значно зменшити забруднення повітря. Водень може застосовуватися у транспорті, енергетиці та комунальному господарстві.

Водночас існують і недоліки, зокрема висока вартість виробництва, складність зберігання та необхідність створення нової інфраструктури. Однією з найбільш перспективних сфер використання водню є громадський транспорт, який буде працювати на спеціальних паливних елементах [2]-[4].

Водневі паливні елементи — це пристрої, які перетворюють хімічну енергію водню безпосередньо в електроенергію через електрохімічну реакцію з киснем. У процесі не відбувається горіння, тому основним продуктом є вода, що робить їх екологічно чистими. Вони відзначаються високою ефективністю, тихою роботою та можливістю стабільного виробництва електроенергії.

Таблиця 1 – Методи виробництва водню

Метод	*Переваги*	*Недоліки*
Парова конверсія метану (SMR)	• відносно дешевий • добре освоєна технологія • висока продуктивність	• великі викиди CO_2 • залежність від викопного палива • неекологічний без уловлювання CO_2
Електроліз води	• екологічно чистий (за умови ВДЕ) • можливість децентралізації виробництва	• дорогий • потребує багато електроенергії • залежить від вартості електрики
Газифікація вугілля	• використання дешевої сировини • можливість переробки низькосортного вугілля	• дуже великі викиди CO_2 • екологічно шкідливий метод • високі витрати на очищення
Піроліз (термічний розклад)	• менше викидів CO_2 • утворюється твердий вуглець замість CO_2 • перспективний напрям	• технологія ще розвивається; • висока вартість • обмежене промислове застосування
Фотоелектрохімічний метод	• дуже екологічний • використання сонячної енергії • потенційно безвуглецевий	• низька ефективність • висока вартість матеріалів; • на стадії досліджень
Біогаз + реформінг	• використання відходів • частково відновлюваний • зменшення викидів метану	• все ще є викиди CO_2 • залежить від сировини • потребує очищення газу

У громадському транспорті паливні елементи використовуються в автобусах і спецтехніці, забезпечуючи великий запас ходу та швидку заправку порівняно з акумуляторними електробусами. Також вони можуть застосовуватися у генераторах або стаціонарних точках для резервного або автономного електроживлення - наприклад, у лікарнях, дата-центрах чи міській інфраструктурі [5].

Це дозволяє зменшити викиди, шум і залежність від традиційних джерел енергії. При достатньому розвиту інфраструктури водневі генератори можуть повністю витіснити такі на традиційних видах палива. Також водень може використовуватися у комунальній техніці та в системах енергопостачання, зокрема для виробництва тепла й електроенергії.

З економічної точки зору водень наразі поступається традиційним видам

палива через високу вартість виробництва. Проте в довгостроковій перспективі його використання може забезпечити стабільність цін, зменшення залежності від імпорту та скорочення витрат, пов'язаних із забрудненням довкілля.

Екологічні переваги водню полягають у зменшенні викидів CO_2 та покращенні якості повітря в містах. Це особливо важливо для густонаселених територій. Водночас екологічний ефект залежить від способу виробництва водню, і найбільш ефективним є використання «зеленого» водню.

Серед основних викликів – складність зберігання і транспортування водню, для чого потрібні ємності високого тиску або наднизькі температури, щоб виключити можливість витоків. Також слід виділити вимоги до безпеки, необхідність модернізації інфраструктури та технологічні обмеження. Подолання цих проблем потребує розвитку технологій, інвестицій і державної підтримки.

Україна має значний потенціал для розвитку водневої енергетики завдяки наявності відновлюваних ресурсів. Перспективним є впровадження пілотних проєктів у містах, що дозволить оцінити ефективність водневих технологій на практиці.

Отже, водень є перспективним енергоносієм, який може відігравати важливу роль у розвитку муніципального сектору. Його використання сприятиме покращенню екологічної ситуації, підвищенню енергетичної незалежності та забезпеченню сталого розвитку міст, однак потребує комплексного підходу та значних ресурсів для впровадження.

Перелік посилань

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_vehicle
3. https://www.sciencedirect.com/org/science/article/pii/S2046206925018029
4. https://bauaelectric.com/info/benefits-and-drawbacks-of-hydrogen-fuel-cells-a-comprehensive-overview/
5. https://www.bluettipower.eu/uk/blogs/news/hydrogen-generator

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНИХ СПОТВОРЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ DIgSILENT POWERFACTORY

НТУ «Дніпровська політехніка»

Селівра Валерій Геннадійович, група 141-23-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Лисенко Олександра Геннадіївна**

Енергетична галузь активно впроваджує інтелектуальні системи керування, відновлювані джерела енергії та силову електроніку, що є одним з ключових моментів у реалізації стратегії модернізації сучасних електромереж. Однак масове використання нелінійних навантажень неминуче супроводжується генеруванням гармонік струму та спотворенням синусоїдальної форми напруги.

Тому постає необхідність аналізу гармонічних спотворень за допомогою таких спеціалізованих програм як DIgSILENT PowerFactory для успішної фільтрації завад, уникнення підвищених втрат потужності та забезпечення надійної роботи чутливої мікропроцесорної техніки [1].

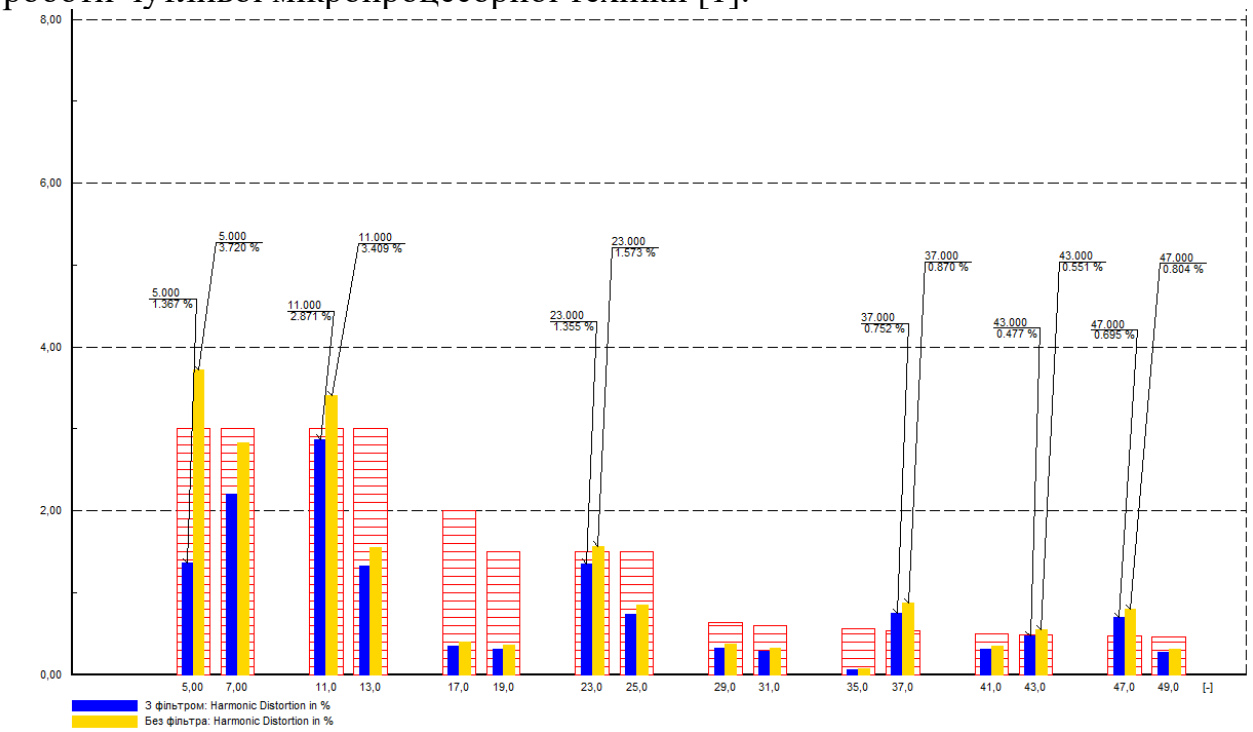


Рис.1 Результат фільтрації гармонічних спотворень

На рисунку 1 зображена стовпчикова діаграма, що показує деякий рівень гармонічних спотворень у вигляді окремих гармонік, починаючи з 5-ї і закінчуючи 49-ю. Кожна гармоніка представлена в звичайному і відфільтрованому вигляді. Червоними стовпчиками позначені ліміти спотворень згідно зі стандартом IEC 61000 для класу №1 [2].

Застосування RLC-фільтра дозволило суттєво знизити загальний рівень завад у мережі порівняно з її нескомпенсованим значенням. Найбільшому впливу піддалася 5-та гармоніка: її амплітуду вдалося зменшити майже втричі — з 3,7% до 1,4%. Для інших гармонік ефект дещо слабший, проте в середньому використання компенсації забезпечило зниження гармонічного спотворення на 15–20% по всьому спектру.

Висновки

Програма PowerFactory дає змогу змоделювати типові вузли електропостачання та розрахувати їх усталені режими, а також інтегрувати в модель джерела нелінійних навантажень. Завдяки цьому можна проаналізувати вплив окремих гармонік на форму синусоїди, побудувати спектральні діаграми та оцінити якість електроенергії. Також функціонал програмного забезпечення дозволяє проєктувати та перевіряти ефективність застосування RLC-фільтрів для компенсації завад, що дасть змогу мережі відповідати міжнародним стандартам якості.

Перелік посилань

1. DIgSILENT PowerFactory Software Overview. URL: https://www.scribd.com/document/373901932/document-1-pdf (дата звернення: 16.04.2026)

2. International Standard IEC 61000-2-4. Electromagnetic compatibility (EMC). 33–35 с. URL: https://www.scribd.com/document/749648808/IEC-61000-2-4-Ed-2-2002-06-EMC-Environment-Compatibility-levels-in-industrial-plant-for-low-freq (дата звернення: 20.04.2026).

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ВОДООЧИЩЕННЯ ТА ВОДОПІДГОТОВКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Харламов Назар Сергійович, група ЕЕм-25-2
***Науковий керівник:* к.т.н. доц. Олішевський Геннадій Сергійович**

У сучасних умовах стрімкого зростання споживання водних ресурсів та підвищення вимог до їх якості питання ефективного функціонування систем водоочищення та водопідготовки набуває особливої актуальності. Значні витрати електроенергії, необхідні для забезпечення роботи таких систем, обумовлюють потребу у впровадженні енергоощадних технологій. Це дозволяє не лише знизити експлуатаційні витрати, але й мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Метою даної роботи є аналіз енергоспоживання систем водоочищення, визначення основних проблем їх ефективності та дослідження сучасних підходів до енергозбереження. У процесі виконання роботи розглянуто принципи функціонування систем водоочищення та водопідготовки, визначено основні джерела споживання електроенергії, а також проаналізовано сучасні технології, що сприяють зниженню енергетичних витрат.

Системи водоочищення та водопідготовки відіграють ключову роль у забезпеченні населення та промисловості якісною водою. Водоочищення передбачає видалення з води механічних, хімічних і біологічних домішок, тоді як водопідготовка включає також зміну фізико-хімічних властивостей води відповідно до умов її використання. Процеси очищення зазвичай є багатоступеневими і включають механічне очищення, фільтрацію, знезараження, а також додаткові методи, такі як аерація, коагуляція та сорбція. Сучасні системи характеризуються високим рівнем автоматизації, однак їх функціонування супроводжується значними енергетичними витратами.

Енергоспоживання в системах водоочищення є суттєвим, оскільки більшість обладнання працює у безперервному режимі. Найбільша частка витрат припадає на насосне обладнання, яке забезпечує транспортування води та підтримання необхідного тиску. Крім того, значну кількість енергії споживають аераційні системи, компресори, фільтраційні установки та автоматизовані системи керування. Рівень енергоспоживання значною мірою залежить від якості вихідної води, продуктивності системи, технічного стану обладнання та обраних режимів роботи.

Однією з основних проблем є неефективне використання енергії, що пов’язано із застосуванням застарілого обладнання, втратами в трубопроводах, витоками води та відсутністю оптимальних режимів роботи. Низький рівень автоматизації та недостатній контроль параметрів системи також призводять до перевитрат електроенергії та зниження загальної ефективності. Це, у свою чергу, спричиняє зростання експлуатаційних витрат і негативно впливає на екологічну ситуацію [1].

Підвищення енергоефективності можливе завдяки комплексному впрова-

дженню технічних, організаційних та технологічних заходів. Важливу роль відіграє модернізація обладнання, зокрема використання енергоефективних насосів і електродвигунів з високим коефіцієнтом корисної дії. Не менш значущою є оптимізація режимів роботи систем, що дозволяє уникати пікових навантажень і забезпечувати рівномірне енергоспоживання. Впровадження автоматизованих систем керування, датчиків контролю параметрів води та частотних перетворювачів дає змогу адаптувати роботу обладнання до реальних умов і значно зменшити витрати електроенергії [2].

Сучасні технології відіграють ключову роль у підвищенні ефективності водоочисних систем. Зокрема, застосування мембранної фільтрації, ультрафіолетового знезараження та озонування дозволяє досягти високої якості очищення при менших енергетичних витратах. Використання інноваційних матеріалів і сорбентів сприяє зниженню гідравлічного опору та зменшенню потреби у хімічних реагентах. У поєднанні з автоматизацією такі технології забезпечують стабільну та економічну роботу систем [3].

Перспективи розвитку галузі пов’язані з подальшою цифровізацією процесів, використанням інтелектуальних систем керування та впровадженням відновлюваних джерел енергії. Особливого значення набуває повторне використання води та створення замкнутих циклів водопостачання, що дозволяє значно скоротити як споживання ресурсів, так і енергетичні витрати. Очікується, що такі підходи забезпечать підвищення ефективності систем і сприятимуть сталому розвитку водогосподарської інфраструктури.

Отже, системи водоочищення та водопідготовки є важливою складовою сучасної інфраструктури, однак характеризуються високим рівнем енергоспоживання. Основними напрямами підвищення ефективності є модернізація обладнання, автоматизація процесів та впровадження сучасних технологій очищення. Комплексне застосування цих заходів дозволяє значно знизити витрати електроенергії, підвищити надійність роботи систем і мінімізувати їх вплив на навколишнє середовище.

Перелік посилань

1. Говоров, П. П., Король, О. В., Романова, Т. І. Підвищення енергоефективності знезараження води в системах водопостачання міст, Вісник НТУ “ХПІ”, 2015, №12, С. 369–373. — Розглядаються практичні методи підвищення енергоефективності знезараження питної води за допомогою сучасних технологій.

2. Струтинська, Л. Р., Андрусів, С. В. Критерії оцінювання ефективності технології водопідготовки водойм громадського використання, Вісник НУ “Львівська політехніка”, 2016, №846, С. 165–170. — Методика оцінювання ефективності технологій водопідготовки, що включає економічні та екологічні показники.

3. Тепляшина, А. І., Герасимчук, О. Л. Енергозберігаючі технології в системах водопостачання, Тези Всеукр. наук.-практ. конф. “Сталий розвиток країни…”, Житомир, 2016. — Українська публікація з оглядом енергозберігаючих рішень у системах водопостачання.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

NODE.JS У РОЗРОБЦІ СУЧАСНИХ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Алексєєнко Єлизавета Денисівна, група 122-22-5
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Ширін А.Л.**

Вступ. У сучасному світі розробка програмного забезпечення стрімко розвивається з кожним роком, а вимоги до продуктивності, масштабованості та швидкості створення систем постійно зростають. Особливо це стосується інтегрованих інформаційних систем, які поєднують фронтенд, бекенд, бази даних та зовнішні сервіси. Однією з ключових технологій, що активно використовується для створення таких систем, є Node.js. Це серверне середовище виконання JavaScript на стороні сервера, яке дозволяє створювати швидкі та ефективні мережеві додатки. Завдяки своїй архітектурі та підходу до обробки запитів, Node.js став популярним вибором для розробки веб-сервісів, API та масштабованих систем.

Основний зміст роботи. Node.js базується на рушії V8 (V8 JavaScript Engine) та використовує неблокуючу (asynchronous, non-blocking) модель вводу/виводу. Це означає, що система може обробляти велику кількість одночасних запитів без створення окремого потоку для кожного користувача [1]. Основні сфери застосування Node.js, наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Сфери застосування Node.js

Сфера застосування	Опис	Приклади
Розробка API	Створення REST та GraphQL сервісів для взаємодії з клієнтом	Express, NestJS
Стрімінгові сервіси	Потокова передача аудіо та відео	Netflix, YouTube
Застосунки реального часу	Чати, відеоконференції, спільна робота	Slack, Discord
Мікросервіси	Побудова масштабованих розподілених систем	Backend системи
Консольні застосунки	CLI-інструменти для автоматизації	npm, npx
Настільні застосунки	Десктоп-програми через Electron	VS Code, Slack

Як видно з табл. 1, Node.js використовується у широкому спектрі сучасних застосунків – від серверних API до систем реального часу та настільних програм. Це підтверджує універсальність технології та її ефективність у різних галузях розробки.

Наступним важливим аспектом є переваги технології, які пояснюють її популярність серед розробників та компаній. Однією з головних переваг є наявність великого репозиторію npm (Node Package Manager), який містить тисячі готових бібліотек та модулів. Це дозволяє значно скоротити час розробки, оскільки багато рішень вже реалізовані та доступні для використання [2].

Ще однією важливою перевагою є масштабованість. Node.js дозволяє легко масштабувати застосунки як горизонтально (шляхом додавання нових серверів), так і вертикально (використовуючи кілька ядер процесора).

Використання JavaScript в якості єдиної мови програмування, як на фронтенді, так і на бекенді, значно спрощує розробку та дозволяє зменшити витрати на створення програмного забезпечення.

Асинхронна модель введення-виведення є ще однією ключовою особливістю. Вона дозволяє обробляти велику кількість одночасних запитів без блокування виконання програми, що підвищує продуктивність системи.

Також важливою перевагою є швидкий вихід на ринок (time to market). Node.js дозволяє швидко створювати MVP (мінімально життєздатний продукт), що особливо важливо для стартапів.

Недоліки Node.js. Незважаючи на значні переваги, Node.js має і певні недоліки. По-перше, він не підходить для виконання складних обчислювальних задач (CPU-intensive), оскільки такі операції можуть блокувати подієвий цикл і знижувати продуктивність.

По-друге, асинхронний код може бути складнішим для розуміння та підтримки, особливо для початківців. Хоча сучасні підходи, такі як async/await, значно спростили цю проблему.

Альтернативи Node.js. Існує ряд технологій, які можуть використовуватися як альтернатива Node.js залежно від вимог проєкту, типу системи та необхідної продуктивності. Найбільш популярними альтернативами є Java (Spring Boot), Python (Django, Flask), C# (.NET) та PHP (Laravel). Кожна з цих технологій має свої особливості та застосовується в різних типах систем. Порівняння Node.js з іншими бекенд-технологіями наведено на рис. 1.

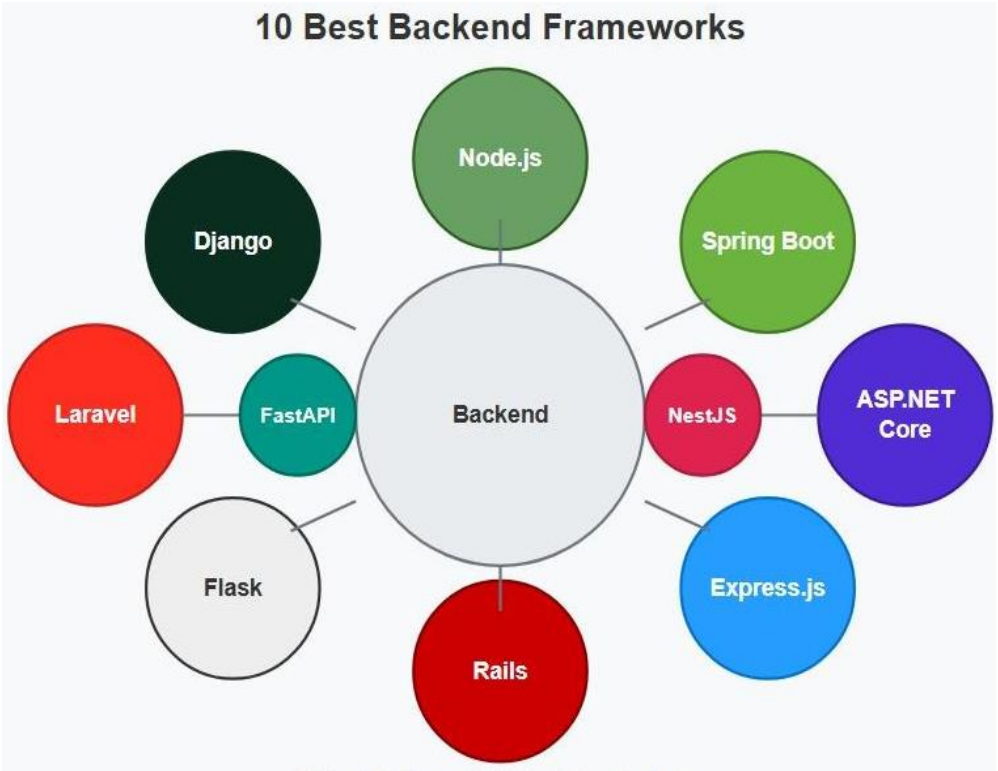


Рис. 1 Порівняння популярних бекенд-технологій та фреймворків [3]

Як видно з рис. 1, Node.js займає важливе місце серед сучасних бекенд-технологій і широко використовується поряд із такими фреймворками, як Django, Spring Boot та ASP.NET Core.

Висновки. Node.js є ефективною технологією для розробки сучасних інтегрованих систем завдяки своїй асинхронній архітектурі та високій продуктивності. Він широко застосовується у різних сферах, особливо для створення API та застосунків реального часу. Незважаючи на наявність альтернатив, Node.js залишається одним із найбільш популярних рішень у сучасній веб-розробці.

Перелік посилань

1. Node.js Official Website. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nodejs.org (дата звернення: 25.03.2026).

2. Node.js Architecture and Event Loop. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tutorialspoint.com/nodejs/nodejs_event_loop.htm (дата звернення: 25.03.2026).

3. Top Backend Technologies – GeeksforGeeks. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.geeksforgeeks.org/blogs/backend-technologies/ (дата звернення: 25.03.2026).

АЛГОРИТМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЯПОНСЬКОЇ МОВИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Андрієнко Олександра Юріївна, група 121-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Ширін А.Л.**

Вступ. Стратегічне партнерство між Україною та Японією у 2024-2026 роках вийшло на новий, масштабний рівень. Загальний обсяг всебічної фінансової підтримки від Японії оцінюється у суму до 50 млрд доларів США [1]. В українську економіку глибоко інтегрований японський капітал: наразі успішно функціонують близько 40 транснаціональних компаній з центральним офісом у Японії, а обсяг двосторонньої торгівлі у 2024 році сягнув 747,2 млн доларів США [2]. Водночас японська писемність, і зокрема її ієрогліфічна система канджі, об'єктивно визнається однією з найскладніших для засвоєння, що створює безпрецедентний попит на фахівців із знанням японської мови.

Основний зміст роботи. Японське агентство міжнародного співробітництва JICA (Japan International Cooperation Agency) у 2025 році ініціювало грантові програми екстреного відновлення України на суму близько 600 млн доларів США та підписало стратегічний меморандум щодо масштабного гуманітарного розмінування сільськогосподарських угідь. Для реалізації цих та інших спільних ініціатив, зокрема проєктів JETRO (Japan External Trade Organization) корпорації Fujita, програм зеленого відновлення UNIDO (United Nations Industrial Development Organization) виникає колосальна потреба у кваліфікованих українських фахівцях, здатних працювати з японською технічною документацією та вільно розуміти канджі [3]. Наявність сертифіката JLPT (Japanese Language Proficiency Test) стає потужним соціальним ліфтом та беззаперечною перевагою для участі в міжнародних проєктах відбудови України.

Ця робота обґрунтовує доцільність вивчення японської мови та розробки інноваційного лінгводидактичного інструменту у вигляді спеціалізованого Telegram-бота з інтеграцією нейромережевого розпізнавання рукописного тексту.

Дослідження провідних науковців показали, що впровадження алгоритмів штучного інтелекту та віртуальних чат-ботів у процес опанування мови дозволяє індивідуалізувати освітню траєкторію та ефективно долати психологічний мовний бар'єр. Однак автономне використання ШІ може призводити до втрати емпатичного зв'язку [4].

Розроблений застосунок на базі Telegram Web Apps (TWA) нівелює цей недолік завдяки абсолютній інтегрованості у соціальне середовище. Користувачі мають змогу в один клік ділитися результатами написання у ієрогліфічній системі канджі у спільних навчальних групах месенджера, що формує потужну екосистему для обговорення результатів з іншими людьми, які вивчають мову, тобто peer-to-peer learning.

Вибір платформи Telegram зумовлений передовими можливостями TWA. Ця технологія дозволяє запускати повноцінні вебзастосунки безпосередньо всередині вікна месенджера, уникаючи так званого user friction – необхідності переходити в магазин застосунків, завантажувати щось та проходити довгу реєстрацію. Авторизація відбувається автоматично через акаунт Telegram, що радикально спрощує доступ до навчання.

Класичні системи оптичного розпізнавання символів обробляють готове растрове зображення і є неефективними для лінгводидактики, оскільки ігнорують динаміку каліграфії. Розроблений додаток працює на стику технологій онлайн-розпізнавання рукописного тексту Online HTR (Online Handwritten Text Recognition), аналізуючи векторну структуру вводу.

Клієнтська частина реалізована з використанням технології HTML5. Застосунок підтримує гібридне управління, тобто можна використовувати і сенсорні екрани, і комп'ютерну мишу, здійснюючи сувору математичну нормалізацію локальних координат.

Основою системи збору даних є алгоритм просторової фільтрації Distance Thresholding. З метою уникнення перевантаження нейромережі мікроскопічним шумом від тремору руки, застосунок записує нову координату до масиву пам'яті лише у випадку, якщо зміщення вектору перевищує 3 пікселі. Щойно користувач завершує малювання ієрогліфу, програма упаковує дані у багатовимірний масив і очікує на наступний дотик.

При натисканні кнопки "Розпізнати" алгоритм блокує інтерфейс та формує фінальний пакет даних, який включає криптографічний ідентифікатор студента user_id та зібрані вектори штрихів. Дані передаються на сервер через Fetch API.

Серверна частина, приймаючи оптимізовані просторово-часові вектори, застосовує сучасні архітектури глибокого навчання, що і забезпечує високоточну класифікацію символу до 95-96% з перевіркою правильного порядку накреслення елементів ієрогліфу. Отримавши позитивну відповідь від сервера, вікно TWA автоматично закривається, а бот надсилає результат розпізнавання символу з можливістю переглянути визначення у словнику безпосередньо в чаті користувача [6].

Висновки. Розроблений гібридний лінгводидактичний інструмент на базі месенджера Telegram ідеально відповідає викликам сьогодення. Він ефективно реагує на макроекономічний запит України у кваліфікованих кадрах для українсько-японської відбудови. Поєднання технології TWA зі складною алгоритмічною моделлю просторово-часового розпізнавання ієрогліфічної системи канджі забезпечує високу точність перевірки, а безперешкодна соціалізація в месенджері стимулює активну комунікацію, взаємодопомогу та високу мотивацію серед користувачів.

Перелік посилань

1. Зовнішнє фінансування у 2025 році, розширення напрямів для інвестицій Японії та співпраця українського і японського бізнесу. Міністерство Фі-

нансів України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mof.gov.ua/uk/news/external_financing_in_2025_expanding_areas_for_japanese_investment_and_ukrainian-japanese_business_cooperation_results_of_the_government_delegations_visit_to_japan-4958 (дата звернення: 15.04.2026).

2. Україна та Японія зміцнюють двостороннє економічне співробітництво. Кабінет Міністрів України: Урядовий портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kmu.gov.ua/news/ukraina-ta-iaponiia-zmitsniuiut-dvostoronnie-ekonomichne-spivrobitnytstvo (дата звернення: 15.04.2026).

3. Україна підписала 29 угод з Японією задля економічної відбудови. Укрінформ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ukrinform.ua/rubric-vidbudova/4022048-ukraina-pidpisala-29-ugod-z-aponieu-zadla-ekonomicnoi-vidbudovi.html (дата звернення: 15.04.2026).

4. Руднік Юлія Вікторівна. Чат-боти у навчанні іноземних мов як засіб подолання мовного бар'єру / II Міжнародна науково-практична конференція "Інноваційні рішення в сучасній науці, освіті та практиці", Національний транспортний університет – Київ, 2024. С. 424-426.

5. Берковський М. В. Дослідження підходів до розпізнавання рукописного тексту на зображеннях за допомогою CNN (Convolutional Neural Network). МОН України, Національний університет радіоелектроніки. – Харків, 2025. – 97 с.

ЕКОЛОГІЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ НОВОГО ПОКОЛІННЯ. МАЙБУТНЄ ПЛАНЕТИ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ТА НЕЙРОМЕРЕЖ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Коробко Вікторія Олегівна, група ІТ-25-1
***Наукові керівники:* д.г.н., проф. Нікулін С.Л., к.т.н., доц. Сергєєва К.Л.**

На сьогоднішній день природа змінюється настільки швидко, що звичайних візуальних спостережень недостатньо. Фахівцям у сфері природокористування та екологічного нагляду потрібні технології, які бачать проблему ще до того, як вона стане катастрофою. Космічні знімки у поєднанні зі штучним інтелектом (ШІ) складають основу нового інноваційного підходу, що отримав назву «екологічний інтелект» [1]. Він дозволяє автоматично обробляти величезну кількість даних з космосу, що мінімізує потребу у тривалому та трудомісткому процесі ручного дешифрування. Поки супутники дають нам можливість бачити всю планету одночасно, ШІ стає мозком, який аналізує гігабайти інформації та робить висновки.

Суто практичним, але дуже важливим завданням є вибір оптимальної просторової роздільної здатності знімків. Характеристики окремих діючих супутників, що використовуються для моніторингу навколишнього середовища, наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика супутникових систем за типом деталізації

Роздільна здатність	Приклади супутників	Сфера застосування
0.3 м – 0.7 м	SuperView NEO-1, Beijing-3A, WorldView-1	Вирубки лісів, незаконний видобуток сировини, точне землеробство
3 м – 5 м	Planet Scope	Оперативне реагування: межі природних пожеж, розливи нафти, щоденний моніторинг процесів і явищ на земній поверхні
10 м – 30 м	Sentinel 2A/2B, Landsat-8/9	Кліматичні дослідження: танення льодовиків, стан океану, аналіз небезпечних геологічних процесів
50 м – 200 м	Biomass	Оцінка біомаси, вологості ґрунту, виявлення температурних аномалій [6]

Використовувати максимально точні знімки для всієї планети занадто дорого, проте для детального аналізу локальних явищ, таких як незаконні лісові вирубки або зони підтоплень, можливостей відкритих супутникових даних може бути недостатньо, тобто через низьку деталізацію зображення важливі деталі будуть малопомітні. У цьому контексті просторове розрізнення (Spatial

Resolution) визначає рівень деталізації зображення і вказує на те, наскільки дрібні об’єкти можна розпізнати. Натомість часове розрізнення (Temporal Resolution) визначає період ревізиту – частоту, з якою супутник повертається до тієї самої точки для оновлення даних [2].

Для порівняння можливостей супутників розглянемо Міжнародний аеропорт імені Гаррі Ріда (Лас-Вегас, США), використовуючи відкриті супутникові зображення Sentinel-2 [3] та знімки SuperView Neo-1 (рис. 1) [4]. Різниця між відкритими та комерційними даними підтверджує, що ефективність моніторингу техногенних об'єктів прямо залежить від обраного сенсора.

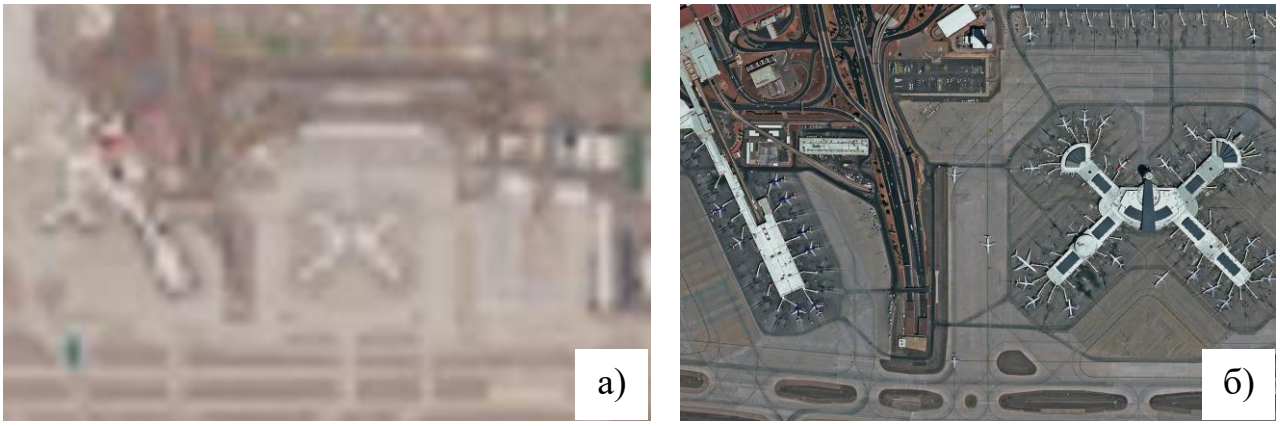


Рис. 1 Супутникові зображення злітних смуг Міжнародного аеропорту імені Гаррі Ріда (Лас-Вегас, США): а) Sentinel-2; б) SuperView Neo-1

На рис. 1а (супутник Sentinel-2, 10 м) помітні лише загальні обриси терміналів та злітних смуг. Така деталізація достатня для глобального спостереження, але не дозволяє ідентифікувати дрібні елементи інфраструктури. Натомість на рис. 1б (супутник SuperView Neo-1, 30 см) рівень чіткості дозволяє розрізнити типи авіатехніки, сервісні автомобілі, дорожню розмітку та конструктивні деталі будівель. Це підтверджує, що для аналізу об'єктів із високим техногенним навантаженням необхідна надвисока просторова роздільна здатність.

Але належна деталізація – це лише частина успіху, адже ключова цінність моніторингу полягає у глибокому аналізі змін через зіставлення знімків однієї ділянки за різні періоди. На локальному рівні такий підхід дозволяє створювати «цифровий літопис» планети.

Наочним прикладом ефективності такого аналізу є виявлення нелегального видобутку бурштину: відповідно до алгоритмів використання мультиспектральних супутникових знімків Landsat-8, саме порівняльний аналіз кадрів дозволяє точно визначити місця незаконного промислу. Можливості супутника у видимому та інфрачервоному діапазонах забезпечують роздільну здатність 15 м для панхроматичних та 30 м для мультиспектральних даних [5]. Це має велике значення для оцінки екологічних збитків: знищення родючого шару ґрунту та руйнація кореневої системи дерев призводять до знищення сотень гектарів лісу. Супутникові технології перетворюють спостереження на інструмент контролю рекультивації екосистем навіть у важкодоступних зонах [7]. Зокрема, на залісненій території поблизу села Жовкині (Рівненська обл.) за допомогою розраху-

нкових методів класифікації поверхні та аналізу спектральних індексів, таких як Normalized Difference Water Index (NDWI) та його модифікацій, вдалося ідентифікувати осередки перезволоження й характерну «ямкувату» структуру ґрунту. Якщо у серпні 2013 року на знімках зафіксовано непорушений природний ландшафт, то у жовтні 2016 чітко простежуються наслідки діяльності копачів: деградація ґрунтів, знищення лісів та порушення режиму поверхневих вод [5]. Динаміку цих змін та результати дешифрування територій представлено на рис. 2:

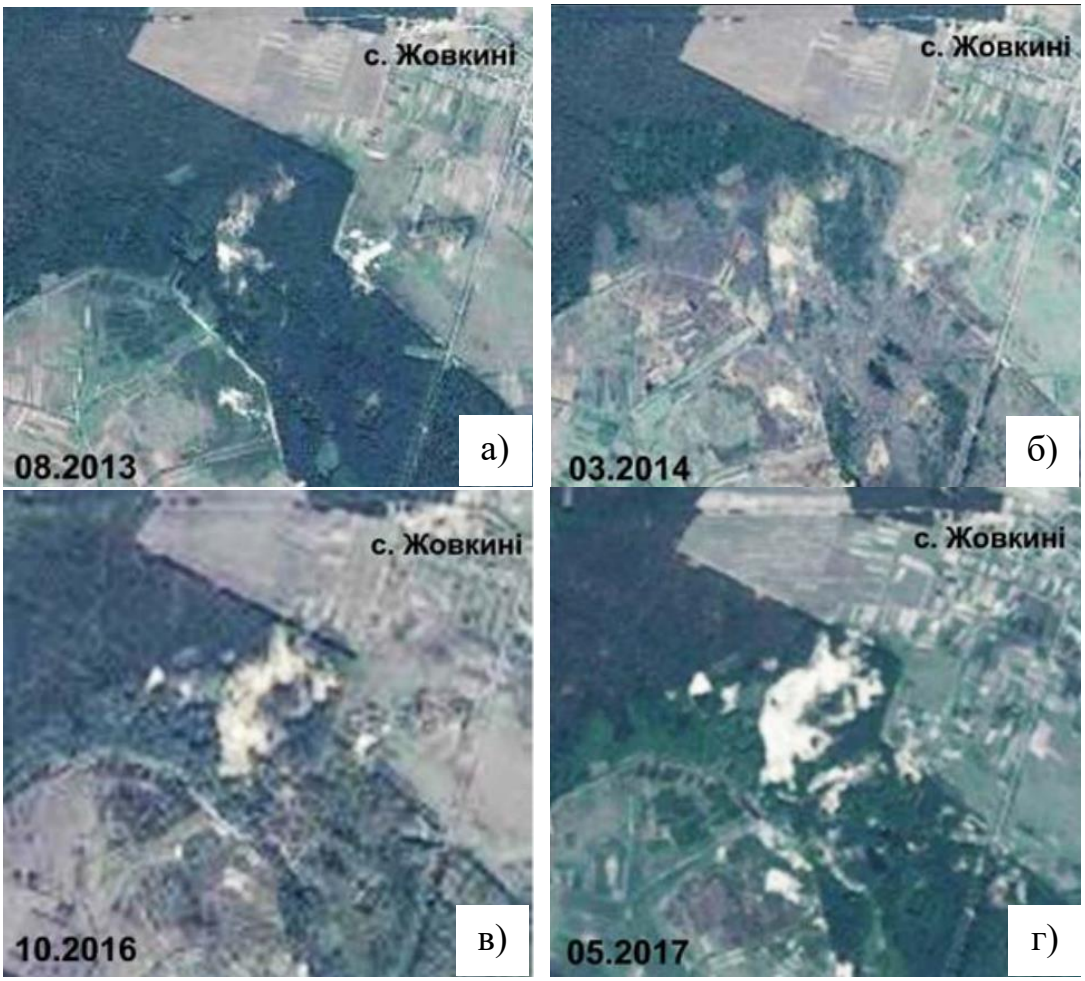


Рис. 2 Різночасові зображення Sentinel-2 території поблизу села Жовкині (Рівненська обл.): а) 08.2013; б) 03.2014; в) 10.2016; г) 05.2017

Хоча на локальному рівні аналіз можна провести вручну, для систематичного моніторингу великих територій критично важливим є штучний інтелект. Він не просто дивиться на знімок, а розпізнає патерни та автоматизує аналіз [1]. Коли нейромережа «бачить» тисячі однакових мікровирв, вона миттєво ідентифікує їх як незаконний видобуток. Це мінімізує вплив людського фактору. Далі дані потрапляють у геоінформаційні системи (ГІС), які автоматично створюють карти порушень, вираховують площу знищеного лісу та навіть суму збитків. Це перетворює картинку з космосу на реальний документ для прийняття рішень.

Крім того, технології дозволяють діяти на випередження. Поки оптичні супутники дають візуальну картину, такі радарні місії як Biomass, забезпечують «глибину» бачення – завдяки P-діапазону (довжина хвилі ~70 см) радіосигнал

проникає крізь хмари та листя прямо до стовбурів дерев. Це дає змогу створювати 3D-моделі структури лісів та фіксувати навіть мінімальні рухи земної поверхні, попереджаючи про зсуви чи каменепади ще до настання трагедії [6].

Висновок. Ефективність моніторингу довкілля напряму залежить від вибору просторової роздільної здатності даних супутникових зйомок під конкретну задачу. У той час як для вивчення глобальних кліматичних змін та стану океанів цілком достатньо даних середнього і низького просторового розрізнення (40 м і більше), боротьба з локальними екологічними злочинами вимагає переходу на надвисокий рівень деталізації (до 1 м). Саме поєднання детальної оптики, радарної «глибини» та аналітичної потужності штучного інтелекту створює систему, здатну діяти на випередження. На практиці це означає не лише констатацію факту вирубки, а й виявлення непрямих ознак підготовки до неї: появи нових просік, під'їзних шляхів чи скупчення техніки у заповідних зонах. Завдяки автоматичним сповіщенням від ШІ, моніторингові групи можуть припинити незаконну діяльність ще на етапі її розгортання, запобігаючи незворотним втратам лісового фонду. Такий підхід перетворює дистанційне зондування з методу документування збитків на активний інструмент захисту планети.

Перелік посилань

1. Сержантова Ю. Ю., Марченко О. І., Зеленчук І. Д. Використання новітніх технологій для моніторингу та збереження довкілля: роль дронів, супутників та штучного інтелекту. Екологічні науки. 2024. № 5(56). С. 182–188.

2. Types of Satellites: Different Orbits & Real-World Uses. EOS Data Analytics. [електронний ресурс] URL: https://eos.com/blog/types-of-satellites/ (дата звернення: 06.04.2026).

3. Soar Atlas Discover. Soar. [електронний ресурс] URL: https://soaratlas.com/discover (дата звернення: 07.04.2026).

4. SuperView Neo-1 Satellite Imagery. XR-Tech Group. [електронний ресурс] URL: https://xrtechgroup.com/superview-neo-1-satellite-imagery/ (дата звернення: 07.04.2026).

5. Качановський О. І. Методика ідентифікації порушених земель внаслідок видобування бурштину з використанням мультиспектральних супутникових знімків Landsat. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2020. Т. 31 (70). № 1. Ч. 2. С. 153–163.

6. Biomass Overview. European Space Agency. [електронний ресурс] URL: https://earth.esa.int/eogateway/missions/biomass/description (дата звернення: 06.04.2026).

7. Філіпович В. Є. Супутниковий моніторинг територій незаконного видобутку бурштину. Український журнал дистанційного зондування Землі. 2015. № 6. С. 4–7.

ПСИХОЛОГІЯ КОЛЬОРУ У ВЕБДИЗАЙНІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кравцова Вікторія Євгенівна, група 122-24-1
***Наукові керівники:* к.т.н., доц. Спірінцев В.В., к.т.н., доц. Ширін А.Л.**

Вступ. Колір у вебдизайні - це не лише естетика. Це інструмент впливу, комунікації та формування довіри. Грамотне використання кольору - це не випадковий вибір відтінків, а результат свідомого дизайнерського рішення, яке поєднує психологію, естетику та функціональність. Перш ніж користувач прочитає текст або усвідомить структуру сторінки, він вже емоційно реагує на кольорову гаму сайту. Саме тому психологія кольору відіграє ключову роль у створенні інтерфейсів, брендів і цифрових продуктів.

Основний зміст роботи. Згідно з дослідженнями впливу візуального сприйняття, перше враження формується протягом кількох секунд, і значну частину цього враження складає саме колір. У вебсередовищі, де конкуренція за увагу користувача надзвичайно висока, правильний вибір кольорової палітри може впливати на поведінку, рівень довіри та навіть на конверсію [1].

Сприйняття кольору має фізіологічну та психологічну природу. З фізіологічної точки зору колір - це хвиля певної довжини, яку сприймає людське око. Проте інтерпретація кольору відбувається вже на рівні мозку, де він викликає асоціації, спогади та емоції (рис. 1).



Рис. 1 Шлях сприйняття кольору

Важливо розуміти, що реакція на колір не є абсолютно універсальною. Вона залежить від культурного контексту, віку аудиторії, соціального середовища, особистого досвіду [2] (рис. 2).

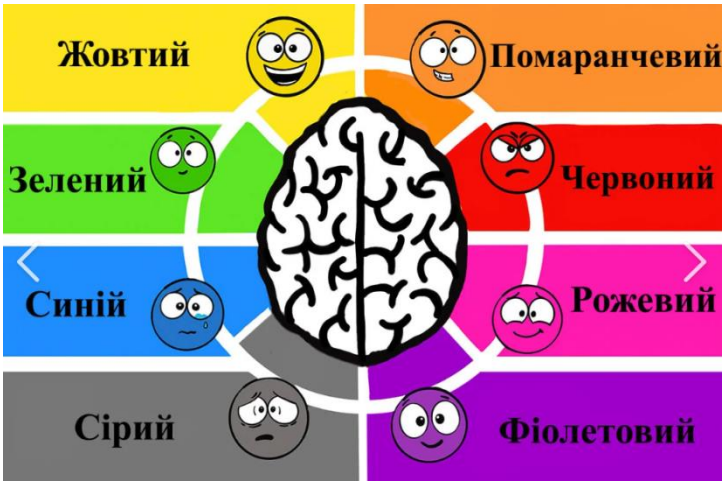


Рис. 2 Емоційні асоціації по кольорах (дані з сайту psihologonline.pro)

Наприклад, у західній культурі білий колір асоціюється з чистотою та мінімалізмом, тоді як у деяких східних культурах він пов’язаний із трауром.

Окремим цікавим явищем, яке поглиблює розуміння психології кольору, є синестезія. Синестезія - це нейропсихологічний феномен, при якому стимуляція одного органу чуття автоматично викликає відчуття в іншому. Наприклад, людина може «бачити» звуки або «відчувати» кольори через музику.

Найвідомішим прикладом є композитор Олександр Скрябін, який пов’язував музичні тональності з певними кольорами та навіть створював світлові партитури до своїх творів.

У контексті вебдизайну синестезія демонструє, що колір може викликати не лише зорові, а й емоційні та асоціативні реакції, пов’язані з іншими сенсорними переживаннями. Навіть у людей без клінічної синестезії працюють міжсенсорні асоціації: ми інтуїтивно пов’язуємо низькі звуки з темними кольорами, а високі - зі світлими.

Саме тому кольорова палітра може підсилювати атмосферу сайту: наприклад, музичні сервіси, бренди для креативної аудиторії або ігрові платформи часто використовують колір як засіб створення «настрою».

Грамотно підібрана палітра здатна підвищити довіру до бренду, покращити юзабіліті та збільшити конверсію. Водночас дизайнер повинен враховувати культурні особливості, принципи доступності та цільову аудиторію [3].

Кольори є важливими інструментами брендингу, вони допомагають виділити продукт чи послугу на ринку та створити впізнаваність бренду (рис.3).

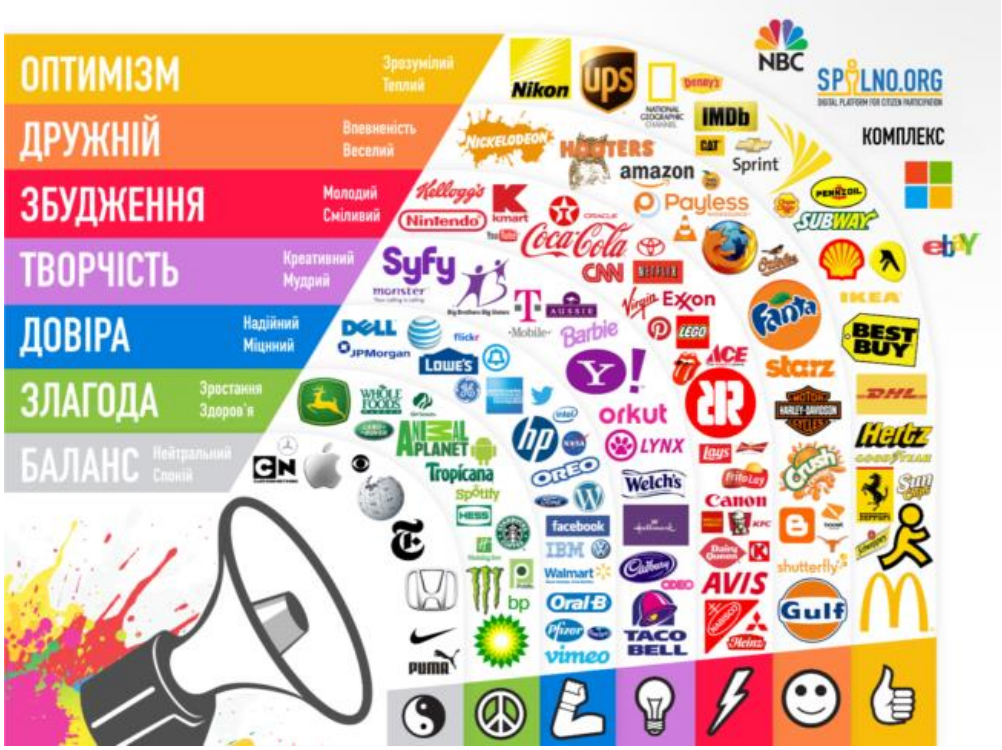


Рис. 3 Психологічний вплив кольорів у брендингу (дані з сайту spilno.org)

З урахуванням культурних відмінностей, принципів доступності та особливостей аудиторії колір стає потужним засобом комунікації між продуктом і

людиною. А феномен синестезії показує, що вплив кольору виходить за межі суто зорового досвіду, формуючи комплексні емоційні та сенсорні асоціації.

Висновки. Психологія кольору у вебдизайні є стратегічним інструментом формування користувацького досвіду. Колір впливає не лише на візуальне сприйняття, а й на емоційний стан, рівень довіри та готовність до дії. Він здатен підсилювати зміст, створювати атмосферу, формувати ідентичність бренду та направляти поведінку користувача.

Перелік посилань

1. Color in UX Design. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ixdf.org/literature/topics/color (дата звернення: 09.03.2026).

2. Психологія кольору в дизайні: секрети успішного застосування. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://psihologonline.pro/psykholohiya-koloru-v-dyzayni-100-sekretiv/ (дата звернення: 09.03.2026).

3. Advertising Media. Психологія кольору в дизайні логотипу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://spilno.org/article/psykholohiya-koloru-v-dyzaini-lohotypu (дата звернення: 09.03.2026).

РОЗРОБКА ДОДАТКІВ З ГРАФІЧНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ МОВОЮ JAVA

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кравцова Вікторія Євгенівна, група 122-24-1
***Наукові керівники:* к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Приходченко С.Д.**

Вступ. Java є об'єктно-орієнтованою мовою. Вона підтримує поліморфізм, успадкування, статичну типізацію. Об'єктно-орієнтований підхід дозволяє вирішувати завдання з побудови великих, але одночасно гнучких, масштабованих та розширюваних додатків. У довгостроковій перспективі Java заклала фундамент для сучасної розробки програмного забезпечення, ставши однією з найпопулярніших мов програмування, яка досі активно використовується (наприклад, в екосистемі Android, серверних додатках та великих даних). Її вихід змінив підхід до розробки, зробивши акцент на переносимість, безпеку та універсальність [1]

JavaFX представляє інструментарій для створення кросплатформових графічних додатків на платформі Java. JavaFX дозволяє створювати додатки з багатою насиченою графікою завдяки використанню апаратного прискорення графіки та можливостей GPU [2]

Основний зміст роботи. Розробка сучасних графічних інтерфейсів потребує чіткого розділення логіки та візуалізації. В рамках опанування дисципліни «Програмування на Java» було створено графічний застосунок «MedievalGame» із застосуванням принципів ООП та архітектури MVC.

MedievalGame - це 2D-платформер, написаний мовою Java з використанням бібліотеки JavaFX. Проєкт було створено як навчальний, щоб на практиці освоїти мову Java, ООР та патерн проектування MVC. Структуру проєкту наведено на рис. 1.

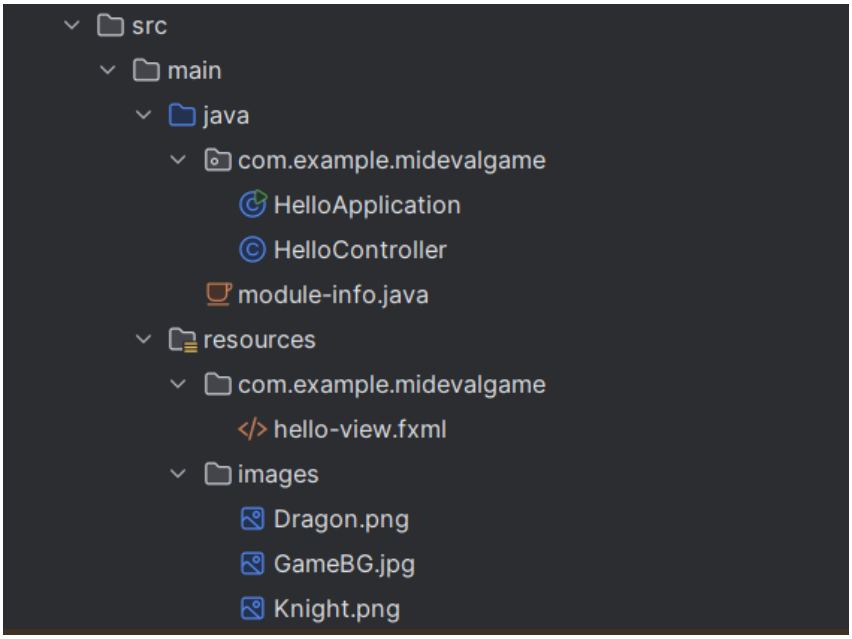


Рис. 1 Структура проєкту MedievalGame

Для побудови даного проєкту було використано наступні інструменти:

– Java 17+ - основна мова програмування;

– JavaFX - бібліотека для створення графічного інтерфейсу;

– FXML - XML-подібна мова розмітки для опису UI (візуальної частини інтерфейсу) у JavaFX;

– Scene Builder - візуальний редактор для побудови інтерфейсу без написання коду вручну;

– IntelliJ IDEA - середовище розробки (IDE);

– Maven - система збірки проєкту (pom.xml).

Графічний інтерфейс додатку було розроблено за допомогою Scene Builder (рис. 2). Scene Builder наочно демонструє принцип MVC ще на етапі проєктування - розробник фізично будує View окремо від коду, що формує правильне мислення з самого початку.

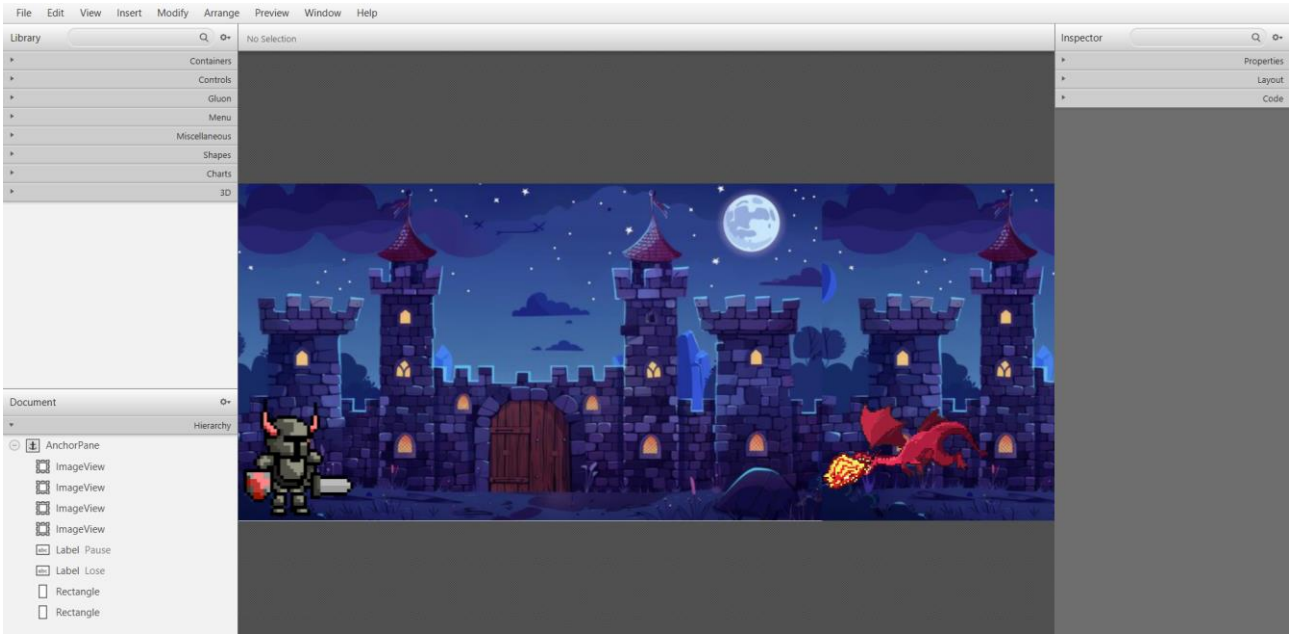


Рис. 2 Інтерфейс програми у Scene Builder

Щоб створити ефект нескінченного світу, фон складається з двох однакових зображень, розташованих поруч по горизонталі. Обидва одночасно рухаються вліво за допомогою ParallelTransition, який об’єдую два TranslateTransition в одну синхронну анімацію (рис. 3). Коли перше зображення виходить за межі екрану, воно телепортується вправо – і так по колу.

```
TranslateTransition bgOneTransition = new TranslateTransition(Duration.millis( v: 5000),bg1);
bgOneTransition.setFromX(0); //звідки рухається
bgOneTransition.setToX(BG_WIDTH* -1);//куди рухається( вліво за екран)
bgOneTransition.setInterpolator(Interpolator.LINEAR); // плавний рух

TranslateTransition bgTwoTransition = new TranslateTransition(Duration.millis( v: 5000),bg2);
bgTwoTransition.setFromX(0); //откуда двигается
bgTwoTransition.setToX(BG_WIDTH* -1);//куда двигается (влево за пределы экрана)
bgTwoTransition.setInterpolator(Interpolator.LINEAR); //плавное(линейное движение
```

Рис. 3 Реалізація анімації фону у коді

Кожному елементу у Scene Builder задається fx:id - унікальний ідентифікатор, за яким JavaFX автоматично підв'язує компонент до поля у контролері. Після того, як усі елементи в Scene Builder розставлено, автоматично генерується файл hello-view.fxml. Це XML-файл, що описує структуру інтерфейсу: які компоненти є, їх позиції, розміри та налаштування.

Далі треба вручну дописати всі поля з анотацією @FXML та логіку додатку MedievalGame у клас HelloController (це серце гри). Користувач керує лицарем за допомогою клавіш A, D (горизонтальний рух) та W (стрибок). Мета гри - уникати зіткнення з драконом.

Висновок. У сучасному світі розробки Java зберігає свою актуальність і продовжує залишатися важливою та впливовою мовою програмування, яка широко використовується у різних галузях [1]. Для розробки графічних додатків JavaFX є гарним рішенням завдяки вбудованій підтримці анімацій, апаратному прискоренню графіки та можливості відокремити дизайн інтерфейсу від коду через FXML і Scene Builder. Саме ці переваги зробили JavaFX оптимальним вибором для розробки цього проєкту. Впровадження Maven дозволило автоматизувати керування залежностями та структурувати проект із загальноприйнятими стандартами, що спрощує подальшу підтримку та розгортання додатку.

Перелік посилань

1. Java Введення. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metanit.com/java/tutorial/1.1.php (дата звернення: 19.03.2026).

2. Керівництво по JavaFX [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://metanit.com/java/javafx/ (дата звернення: 19.03.2026).

REDIS ЯК ІНСТРУМЕНТ КЕШУВАННЯ У СУЧАСНИХ ВЕБДОДАТКАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лисиченко Інеса Юріївна, група 122-24-3
***Наукові керівники:* ас. Харь А.Т., к.т.н., доц. Спірінцев В.В.**

Анотація. У роботі розглянуто можливості використання Redis як високопродуктивної системи зберігання даних у пам'яті для оптимізації роботи вебдодатків. Проаналізовано основні принципи кешування, особливості архітектури Redis та практичні сценарії застосування у сучасних вебсистемах.

Вступ. Сучасні вебдодатки обробляють значні обсяги даних та велику кількість запитів від користувачів. Це створює додаткове навантаження на сервери та бази даних, що може призводити до зниження продуктивності системи. Одним із ефективних способів підвищення швидкодії вебдодатків є використання кешування. Redis є однією з найпопулярніших систем кешування, що працює у пам'яті (in-memory database). Завдяки високій швидкості доступу до даних та підтримці різних структур даних Redis широко застосовується у веброзробці. Він дозволяє зменшити навантаження на основну базу даних, прискорити обробку запитів та покращити масштабованість систем.

Основний зміст роботи. Redis – це високопродуктивна система зберігання даних у пам'яті, яка підтримує різні структури даних, зокрема рядки, списки, множини, хеші та інші. Основною особливістю Redis є робота безпосередньо з оперативною пам'яттю, що забезпечує дуже швидкий доступ до даних [1]. Redis часто використовується як проміжний рівень між вебдодатком та основною базою даних. У цьому випадку часто використовувані дані зберігаються у кеші, що дозволяє значно скоротити час відповіді сервера.

До загальних переваг використання Redis у вебсистемах можна віднести:

- високу швидкість роботи;
- зменшення навантаження на основну базу даних;
- підтримку різних структур даних;
- можливість використання у розподілених системах;
- масштабованість та інтеграцію з різними мовами програмування;
- підтримку механізмів автоматичного видалення застарілих даних.

Використання Redis у вебдодатках може бути реалізовано в наступних практичних кейсах:

1. Кешування результатів запитів до бази даних.
2. Зберігання користувацьких сесій.
3. Кешування вебсторінок або окремих блоків інтерфейсу.
4. Реалізація систем черг повідомлень.
5. Rate limiting у API.
6. Зберігання тимчасових даних.
7. Реалізація системи лідербордів у додатках та іграх.
8. Кешування результатів API-запитів.

9. Зберігання даних для аналітики та статистики.
10. Використання у мікросервісних системах.

Схема використання Redis у вебсистемі наведена на рис. 1. Запит спочатку перевіряє наявність даних у Redis. Якщо дані присутні у кеші, вони повертаються користувачу без звернення до основної бази даних. Якщо ж даних у кеші немає, система отримує їх з бази даних та зберігає у Redis для подальшого використання [3].

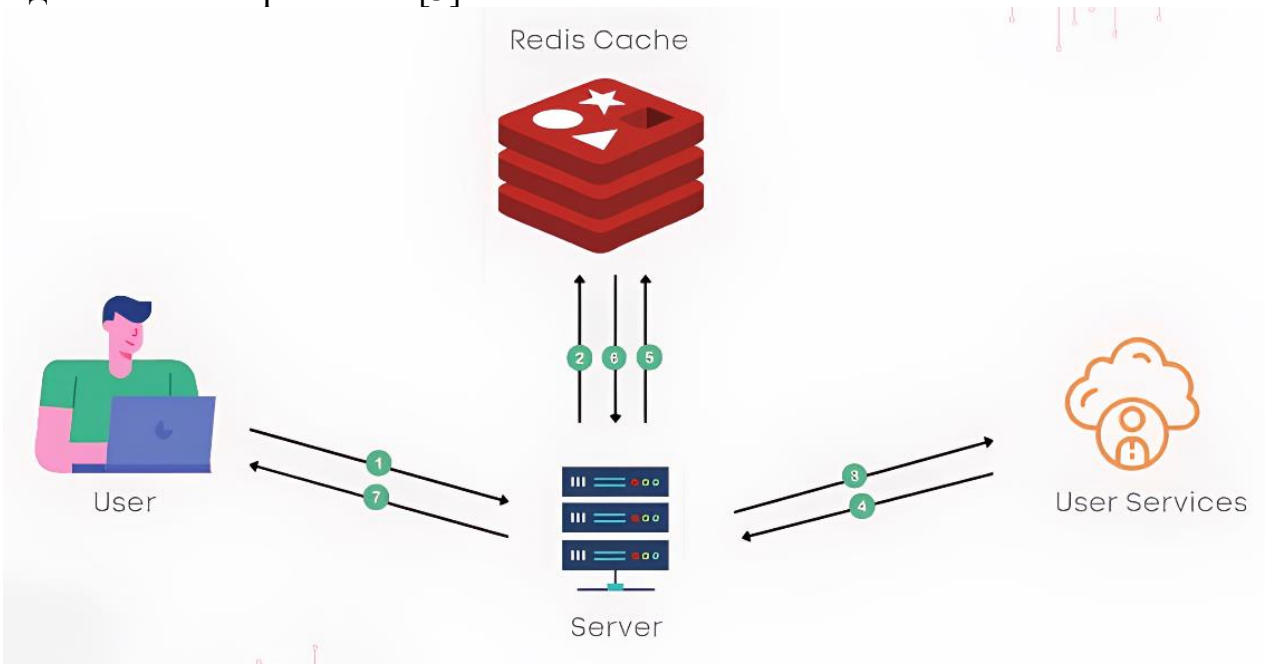


Рис. 1 – Схема використання Redis у вебдодатках

Окрім технічних переваг, популярність Redis підтверджується статистичними даними використання у сучасних інформаційних системах. За результатами досліджень ринку технологій кешування, Redis є одним із найпоширеніших інструментів серед систем зберігання даних у пам’яті. Зокрема, за даними аналітичних досліджень у сфері вебінфраструктури, Redis використовується приблизно у 38% випадків серед інструментів кешування, що робить його одним із лідерів у даній категорії програмного забезпечення.

Інші популярні системи кешування, такі як Memcached, NGINX Cache або Apache Ignite, також широко застосовуються у веброзробці, проте поступаються Redis за кількістю впроваджень. Аналітичні дослідження показують, що Redis активно використовується у хмарних середовищах, мікросервісних архітектурах та високонавантажених вебсистемах завдяки підтримці різноманітних структур даних та високій швидкодії.

Його популярність пояснюється поєднанням високої продуктивності, широкого функціоналу та можливості використання у різних архітектурних підходах до побудови програмних систем.

Динаміку популярності систем кешування та сховищ типу «ключ-значення» за рейтингом DB-Engines (2013–2026 рр.) наведено на рис.2.

Згідно з даними рейтингу DB-Engines, станом на березень 2026 року Redis залишається абсолютним лідером серед систем класу «ключ-значення»,

демонструючи значний відрив від найближчих конкурентів, таких як Amazon DynamoDB та Memcached.

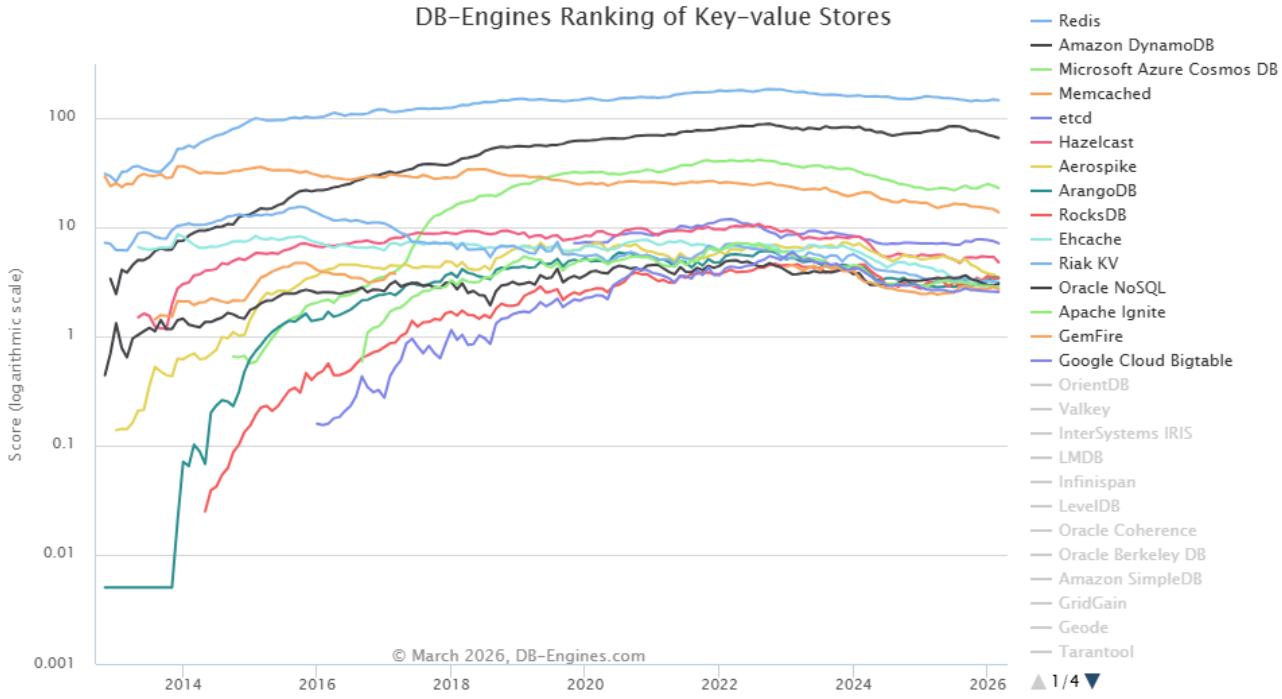


Рис. 2 Динаміка популярності систем кешування та сховищ типу «ключ-значення» за рейтингом DB-Engines (2013–2026 рр.) [4]

Високий показник популярності Redis зумовлений його універсальністю та ефективністю у високонавантажених системах, тоді як поступове зниження позицій Memcached свідчить про перехід індустрії до більш функціональних інструментів кешування.

Висновки. Redis є ефективним інструментом для оптимізації продуктивності вебдодатків. Завдяки використанню кешування у пам’яті система дозволяє значно зменшити час обробки запитів та знизити навантаження на основні бази даних. Використання Redis особливо доцільне у системах з великою кількістю користувачів та високим навантаженням. Його інтеграція у вебдодатки дозволяє підвищити швидкодію, масштабованість та стабільність роботи сучасних вебсистем. Також статистичні дані підтверджують значну роль Redis у сучасній вебінфраструктурі.

Перелік посилань

1. Redis Documentation [електронний ресурс]. URL: https://redis.io/docs/ (дата звернення: 05.03.2026).

2. Redis Data Types [електронний ресурс]. URL: https://vpsserver.com/redis/ (дата звернення: 05.03.2026).

3. Redis vs Memcached: Caching Comparison [електронний ресурс]. URL: https://www.swiftorial.com/matchups/caching/redis-vs-memcached (дата звернення: 05.03.2026).

4. DB-Engines Ranking - Trend of Key-value Stores Popularity [електронний ресурс]. URL: https://db-engines.com/en/ranking_trend/key-value+store (дата звернення: 05.03.2026).

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ МОНОЛІТНИХ ТА API-ОРІЄНТОВАНИХ CMS У КОНТЕКСТІ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РЕКЛАМНОЮ МЕРЕЖЕЮ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мауріна Катерина Віталіївна, група 122-22-4
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Ширін А.Л.**

Вступ. Content Management System (CMS) – системи керування контентом і даними – є важливим інструментом інформаційного забезпечення та автоматизації бізнес-процесів у веборієнтованих системах. У сфері партнерського маркетингу виконуються операції з великими обсягами даних, зокрема обробка потенційних клієнтів, взаємодія з вебмайстрами та рекламодавцями, керування статусами та обмеженнями. За відсутності централізованої системи ці процеси стають фрагментованими, що ускладнює контроль і масштабування.

Основний зміст роботи. У сучасних рекламних мережах широко використовуються спеціалізовані трекінгові системи, такі як Keitaro та Voluum, які забезпечують обробку трафіку даних та аналітику контенту. Однак такі рішення є комерційними та обмеженими у кастомізації та адаптації до специфічних вимог бізнес-логіки, що зумовлює доцільність розробки власних систем із використанням сучасних архітектурних підходів.

Традиційні монолітні CMS (наприклад, WordPress, Joomla, Drupal) об’єднують зберігання даних, бізнес-логіку та механізми відображення у межах єдиного програмного середовища. Такий підхід є ефективним для швидкого створення типових вебсайтів, однак у складних прикладних системах керування має низку обмежень.

По-перше, монолітна архітектура ускладнює незалежний розвиток клієнтської та серверної частин. Через жорстку прив'язку (tight coupling) інтерфейсу до серверної частини, оновлення візуальних елементів часто вимагає втручання в основний код системи та повного перезапуску, що підвищує ризик збоїв.

По-друге, використання універсальних плагінів і шаблонів може негативно впливати на продуктивність і безпеку. Надлишковий код (bloatware) уповільнює обробку запитів, а вразливості у сторонніх модулях створюють загрозу витоку конфіденційних даних клієнтів та фінансової статистики.

По-третє, інтеграції та багатоканальний доступ до даних ускладнюють архітектуру та супровід системи. Масштабування моноліту зазвичай відбувається цілком, що призводить до нераціонального використання серверних ресурсів при пікових навантаженнях на окремі модулі під час зростання обсягів трафіку.

Саме ці фундаментальні недоліки роблять традиційні CMS неефективними для високонавантажених рекламних мереж і зумовлюють необхідність переходу до API-орієнтованої архітектури.

API-орієнтовані системи керування контентом (Headless CMS) фокусуються на керуванні даними та наданні доступу до них через API (REST або GraphQL). На відміну від монолітних систем, headless-підхід не передбачає сер-

верного механізму шаблонів або тем для відображення “публічного сайту”. Інтерфейс користувача реалізується окремо – це може бути вебклієнт, мобільний застосунок або інший сервіс, який використовує API.

Основні переваги API-орієнтованих систем керування контентом і даними полягають у незалежній розробці клієнтської та серверної частин, спрощенні масштабування та інтеграцій, створенні продуктивного інтерфейсу та централізованому управлінні бізнес-логікою. Важливим аспектом є підвищена безпека та відмовостійкість. Завдяки логічному та фізичному розділенню клієнтської частини від бази даних, вразливості інтерфейсу не ставлять під пряму загрозу критичну бізнес-інформацію. У контексті партнерських мереж, де відбувається обробка великих масивів даних, винесення ресурсномістких операцій на ізольовану серверну частину дозволяє ефективно збалансувати навантаження та забезпечувати високу швидкість відгуку системи навіть під час пікових сплесків активності, що гарантує безперебійну роботу всіх сервісів.

Порівняльний аналіз традиційних монолітних та API-орієнтованих (Headless) систем керування контентом наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз традиційних монолітних та Headless CMS

Критерій	Монолітні CMS	Headless CMS
Архітектура	Монолітна	Розділена
Frontend	Вбудований	Окремий
Інтеграції	Через плагіни	Через API
Масштабованість	Обмежена	Висока
Гнучкість	Низька	Висока
Застосування	Контент-сайти	Складні системи

Висновок. За результатами проведеного аналізу встановлено, що монолітні CMS є ефективними для типових контент-орієнтованих рішень, однак їх використання є обмеженим у контексті складних прикладних систем. Натомість API-орієнтовані Headless CMS забезпечують розділення відповідальностей, підвищують гнучкість розробки, адаптивність до обробки структурованих даних, а також сприяють ефективній інтеграції із зовнішніми сервісами. Таким чином, використання headless-підходу є обґрунтованим для реалізації складних прикладних систем керування.

Перелік посилань

1. Storyblok. Headless CMS vs. Traditional CMS: A Guide for Growing Businesses. [Електронний ресурс] URL: https://www.storyblok.com/mp/headless-cms-vs-traditional-cms (дата звернення: 16.04.2026)

2. Varun Bansal. Headless, API-First, and Decoupled Architectures: A Professional Guide. [Електронний ресурс] URL: https://medium.com/@vbansal0803/headless-api-first-and-decoupled-architectures-a-professional-guide-f2775e450279 (дата звернення: 17.04.2026)

3. Wonderment Apps. A Developer's Guide to Building a React Single Page Application. [Електронний ресурс] URL: https://www.wondermentapps.com/blog/react-single-page-application/ (дата звернення: 18.04.2026)

4. Postman. Creating a REST API with Node.js and Express. [Електронний ресурс] URL: https://blog.postman.com/how-to-create-a-rest-api-with-node-js-and-express/ (дата звернення: 18.04.2026)

5. IBM. What Is API Design? [Електронний ресурс] URL: https://www.ibm.com/think/topics/api-design (дата звернення: 19.04.2026)

CREATING GAMES WITH HIGH FIDELITY GRAPHICS IN UNITY

Dnipro University of Technology

Metolkin Denys, group 122-24-4
Scientific adviser: Ph.D. Shyrin A.L., Ph.D. Prykhodchenko S.D.

In the modern era, where hardware capabilities are rapidly advancing, creating photo-realistic games has become highly appealing for game developers. Today, game engines are capable of rendering high-resolution physically based materials, simulating realistic lighting, and applying cinematic post-processing effects that can drastically enhance the final image.

Unity Engine provides a wide choice of tools designed to make a game with breathtaking graphical output. It has three main render pipelines – Built-in, Universal, and High Definition, each engineered for different purposes.

The render pipeline is a sequence of stages that processes three-dimensional (3D) data into rendered images by handling geometric primitives such as points, lines, and triangles through a series of operations including vertex processing, geometry processing, rasterization, and pixel shading. [1]. High Definition Render Pipeline (HDRP) is a high-fidelity Scriptable Render Pipeline built by Unity to target modern platforms [2]. HDRP can render scenes with many details, such as trees, grass, and rocks, while still maintaining highly appealing visuals (Fig. 1).



Fig. 1 Example landscape with various details, rendered with HDRP

For material rendering, HDRP offers Physically Based Rendering (PBR), which relies on a number of texture maps to define how the surface will be rendered, typically including base color, metallic, normal, height, and occlusion maps. Materials can also be emissive, allowing them to emit lighting of any High Dynamic Range (HDR) color. The way surfaces are rendered by the pipeline can be customized by creating custom shaders using Shader Graph – a tool that allows developers to build shaders visually, using a node-based system [3].

HDRP can also render a physically accurate sky and sun using Physically Based Sky (Fig. 2). It simulates a spherical planet with a two-part atmosphere that has an exponentially decreasing density based on its altitude [4]. To produce a denser atmosphere, Volumetric Fog can be utilized, which realistically reacts to the lighting and creates light shafts [5]. The dynamism of the skies can be further improved by harnessing Volumetric Clouds to create complex weather systems [5].



Fig. 2 Physically based sky, rendered by HDRP

To optimize real-time performance and make lighting more realistic, HDRP offers several screen space effects, such as Screen Space Global Illumination (SSGI), Screen Space Ambient Occlusion (SSAO), and Screen-Space Reflections (SSR). These effects use depth and color buffers on the main camera, meaning they utilize the information that is already available on the screen. This makes them highly performant at the cost of inaccuracies during active camera movements. SSGI is a primary way to calculate indirect lighting. SSAO calculates how much light is blocked in areas where objects are close together, like corners, creases, or the space between two surfaces. These areas appear darker because less ambient light can reach them. [6]. Finally, Screen-Space Reflections (SSR) allows reflective surfaces such as glass and bodies of water to reflect geometry and light rays that hit them.

HDRP also provides ray-traced versions of these effects, eliminating their main constraint – only being able to calculate information on screen, and making all calculations physically more accurate and consistent. However, this requires a GPU that supports DirectX Raytracing (DXR), introducing strict hardware limitations.

For static scenes, light baking can be harnessed to generate physically accurate and realistic lighting at negligible runtime GPU cost. Light baking is a process of calculating light bounces in the editor instead of in real time. It applies a new texture, called lightmap, to every static object in the scene, which handles surfaces illumination and shadows that the object casts. However, by itself, baked lighting does not affect dynamic objects illumination or shadow casts, as it cannot update at runtime, therefore, for the best visual results, Mixed Lighting should be used. It combines pre-calculated baked lighting for static environment with real-time lighting for dynamic objects.

Unity also offers a tool for lighting dynamic objects with baked illumination called Adaptive Probe Volumes (APV). This tool automatically places small cells (probes) over the entire scene, with denser probe placement in heavily detailed or heavily lit areas. These probes collect lighting information from nearby areas, and illuminate nearby dynamic objects when applicable.

Finally, post-processing effects can be applied to enhance the final image. Post-processing effects in HDRP, related to lighting, behave physically accurately, simulating realistic optical principles. These effects primarily allow developers to adjust brightness and color gamma of the final image, as well as add other effects that makes camera react dynamically to light.

HDRP also has some limitations that narrow its use cases. Ray-traced effects, as mentioned earlier, require an OS and a GPU that support DXR, with minimal required GPU being Nvidia GTX 1060 6GB with software-powered ray tracing, and Nvidia RTX 2060 or AMD Radeon RX 6000 series for hardware-accelerated ray tracing [7]. Furthermore, to make a game scene look visually appealing, highly detailed 3D models and textures should be used, which increases production time. Finally, HDRP does not support 2D games, and is only designed for 3D projects.

Conclusions. High Definition Render Pipeline is a powerful tool that utilizes high-end technologies to render highly detailed, photorealistic scenes in Unity. It enables developers to render PBR-materials and physically accurate sky, calculate complex lighting scenarios for both dynamic and static environments, and polish it with post-processing effects.

References

1. Graphics pipeline [online resource]. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/graphic-pipeline

2. High Definition Render Pipeline overview [online resource]. URL: https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.high-definition@17.5/manual/index.html

3. Shader Graph [online resource]. URL: https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.shadergraph@17.4/manual

4. Physically Based Sky [online resource]. URL: https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.high-definition@12.1/manual/Override-Physically-Based-Sky.html

5. High Definition Render Pipeline (HDRP) [online resource]. URL; https://unity.com/features/srp/high-definition-render-pipeline#advanced-physically-based-surfaces

6. Mastering Ambient Occlusion: Enhancing Realism in 3D Rendering [online resource]. URL: https://garagefarm.net/blog/ambient-occlusion-realism-through-shadows

7. List of GPU Cards supporting DirectX DXR Raytracing with Budget Options [online resource]. URL: https://www.faceofit.com/cards-supporting-directx-dxr-raytracing/

АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕНТОМ WORDPRESS ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ БІЗНЕСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Наливайко Микола Вікторович, група 121-23ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Ширін А.Л.**

Вступ. Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується стрімким переходом бізнес-процесів у цифрове середовище. У цьому контексті системи управління контентом відіграють ключову роль у забезпеченні присутності компаній у глобальній мережі. Аналізуючи поточний стан ринку веброзробки, можна стверджувати, що існує майже 50-відсоткова ймовірність того, що будь-який випадково обраний сайт працює на базі платформи WordPress. Станом на березень 2026 року за статистикою, наданою на платформі Colorlib, сьогодні цей програмний продукт є абсолютним лідером, займаючи понад 42% усього світового ринку [1], що яскраво ілюструє високий рівень довіри до системи. Цей інструмент однаково ефективно використовується як локальними підприємствами, наприклад, невеликими сімейними пекарнями, так і транснаціональними корпораціями рівня Sony або урядовими структурами, такими як Білий дім. Глобальне лідерство та статус стандарту у сфері веброзробки платформа здобула завдяки своїй зрозумілості, гнучкій архітектурі та, що є найбільш критичним для користувачів, високій надійності роботи.

Основний зміст роботи. Історичний розвиток платформи WordPress є показовим прикладом того, як вузькоспрямована корисна ідея здатна трансформуватися у глобальний технологічний стандарт. У період свого зародження у 2003 році система створювалася виключно як проста програма для публікації текстових матеріалів в інтернеті. Фактично, на початковому етапі це був звичайний цифровий записник, призначений для ведення онлайн-щоденників. Проте в процесі еволюції розробники усвідомили значний потенціал закладеної бази, що дозволило суттєво розширити функціонал і будувати на цій основі не лише блоги, але й повноцінні електронні магазини, дискусійні форуми та інтегровані поштові сервіси.

Важливим етапом розвитку став фундаментальний перегляд підходів до взаємодії користувача з інтерфейсом. Головна парадигмальна зміна останніх років полягає у переході на блокову систему побудови контенту. Якщо раніше для внесення навіть незначних структурних чи візуальних змін на сайті доводилося обов'язково залучати кваліфікованого програміста, то сучасна концепція Full Site Editing (FSE) дозволяє формувати сторінку за принципом конструктора Lego. Цей підхід забезпечує миттєве візуальне відображення результату роботи, повністю усуваючи необхідність вивчення програмного коду. Більше того, сучасна архітектура платформи дозволяє їй працювати на бекенді як гнучкому серверному рішенню. Система здатна надійно зберігати всю інформацію, транслюючи її у надшвидких сучасних додатках або навіть на екранах розумних годинників.

З технічної точки зору, сучасний вебресурс повинен відповідати суворим критеріям продуктивності та безпеки, і WordPress успішно задовольняє ці вимоги. Питання швидкості завантаження стало критичним, адже статистика демонструє, що сайти створені у WordPress завантажуються миттєво. Це життєво важливо для бізнесу, оскільки затримка відповіді сайту понад три секунди зазвичай призводить до того, що клієнт просто йде до конкурентів. Іншим фундаментальним аспектом є безпека. Завдяки тому, що платформою користуються мільйони, її алгоритми захисту підлягають постійному оновленню. Для підтримання високого рівня безпеки адміністратору ресурсу достатньо лише вчасно натискати кнопку «Оновити». Окрім цього, важливим технологічним проривом 2025-2026 років стала глибока інтеграція штучного інтелекту в систему. Платформа стала по-справжньому "розумною": тепер безпосередньо в панелі адміністратора можна за допомогою ШІ згенерувати текст для статті, автоматично обробити фотографії або здійснити переклад сайту іншою мовою лише за кілька секунд [2].

Окремим аспектом, що визначає домінування платформи, є її відкрита архітектура та статус програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом (Open Source). Це сприяло створенню масштабної глобальної екосистеми, де тисячі розробників щоденно працюють над вдосконаленням ядра системи. З точки зору інженерного підходу, такий децентралізований метод розробки забезпечує високу швидкість виправлення помилок та впровадження нових стандартів завантаження даних. Наявність відкритого коду та величезної документації дозволяє залучати до проекту будь-яких спеціалістів, що гарантує життєздатність цифрового продукту протягом багатьох років.

Економічна доцільність є вирішальним фактором при виборі технологічного стеку для бізнесу, адже компанії завжди раціонально рахують гроші. Однією з головних причин вибору є висока масштабованість системи. Проект може розпочатися з однієї простої інформаційної сторінки "Про нас", а вже за місяць, за допомогою підключення плагіна WooCommerce, трансформуватися у повноцінний електронний магазин. Таким чином, технічна платформа органічно росте разом із продажами компанії. Не менш вагомим аргументом є оптимізація для пошукових систем Google (SEO). Структура WordPress створена таким чином, що пошукові алгоритми її "люблять", завдяки чому сайти на цій платформі значно легше підняти в топ пошукової видачі [3]. З фінансової точки зору, створення сайту на базі WordPress є значно дешевшим, ніж написання програмного коду з нуля на замовлення. Платформа також пропонує величезний вибір готових інструментів у вигляді готових модулів, які достатньо просто підключити до системи для вирішення специфічних завдань.

Висновки. WordPress давно перестав бути просто вузькоспеціалізованою "програмою для сайтів". На сучасному етапі свого розвитку він перетворився на міцний, універсальний фундамент для будь-якого бізнесу в цифровому світі. Платформа дозволяє компаніям зберігати високу швидкість та адаптивність: ідея, яка з'явилася лише сьогодні, вже завтра може бути повністю реалізована на сайті. Аналіз технологічних трендів вказує на те, що майбутнє платформи полягатиме у ще більшій простоті та глибокій автоматизації процесів. Можна з

упевненістю прогнозувати, що WordPress і надалі залишатиметься головним гравцем на ринку, оскільки він надає власнику бізнесу найцінніше – повний контроль над власним цифровим ресурсом без необхідності ставати професійним програмістом.

Перелік посилань

1. Aigars Silkalns. 150+ WordPress Statistics & Facts for 2026 (Usage, Themes, Plugins). [електронний ресурс] URL: https://colorlib.com/wp/wordpress-statistics (дата звернення: 15.04.2026).

2. Usage statistics and market share of WordPress – W3Techs. [електронний ресурс] URL: https://w3techs.com/technologies/details/cm-wordpress (дата звернення: 15.04.2026).

3. WooCommerce Official Website: Enterprise Ecommerce. [електронний ресурс] URL: https://woocommerce.com (дата звернення: 15.04.2026).

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРАКТИКИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Панін Кирило Андрійович, група 122-22-6
***Науковий керівник:* к.т.н., доц Ширін А.Л.**

Вступ. У сучасному світі система освіти стикається з серйозним викликом – стрімким зниженням рівня залученості та мотивації здобувачів освіти. Класичні академічні методи подачі матеріалу все частіше не відповідають когнітивним патернам покоління, яке виросло в умовах безперервного цифрового потоку інформації. Досить цікавим та ефективним рішенням цієї проблеми є гейміфікація – це процес цілеспрямованої інтеграції ігрових механік, динаміки та естетики в неігрові контексти з метою підвищення мотивації та вирішення практичних завдань. Застосування ігрових елементів дозволяє трансформувати навчання з пасивного споживання інформації в інтерактивний та емоційно насичений процес.

Основний зміст роботи. Якщо подивитися на сучасну середньостатистичну людину, яка намагається вчитися у змішаному форматі, то основним інструментом її навчання буде комп’ютер. Але насправді на одній вкладці буде відкрито YouTube, а на іншій – месенджер або ще щось. Через це фокус та увага здобувача освіти зменьшуються, а конспект залишається порожнім. Щоб зконцетруватися на навчанні треба докласти зусиль на які не кожна людина спроможна без стимулу. Саме тут і з'являється гейміфікація процесу навчання не як чергова модна концепція, а як спроба говорити зі студентом його ж мовою.

Гейміфікація – це свідоме використання ігрових механік у неігровому контексті. Це може бути нарахування балів, проходження рівнів, участь у змаганнях, отримання досягнень, нарративів – усе, що змушує людину повертатися до процесу навчання знову і знову [1]. Але це повинна бути не разова активність, а цілісна педагогічна система, де зміст, оцінювання та міжпредметні зв’язки будуються довкола одного або кількох проєктів. Наприклад, є методика навчання під назвою Project-Based Learning, при якій учні опановують знання і розвивають навички, працюючи над значущими, реалістичними проєктами, що вимагають дослідження, планування, командної роботи, творчості та публічної презентації.

Для глибокого залучення здобувача треба використовувати комплексний підхід, коли є наратив (відчуття, що ти частина якоїсь історії), чіткі рівні складності, право на помилку без покарання та миттєвий зворотний зв'язок після кожної дії. Такий підхід знімає тривожність і дозволяє вчитися через повторення, а не уникати завдань зі страху помилитися [2].

Конкретні приклади добре ілюструють, як процес гейміфікації працює на практиці. Візьмемо вивчення іноземної мови, яка є однією з найбільш рутинних і демотивуючих задач для більшості студентів. Такі додатки, як DuoLingo, Anki або Quizlet перетворюють зубріння лексики на щось інше: алгоритм

інтервальних повторень сам визначає, що показати і коли, прогрес-бар заповнюється після кожної правильної відповіді, а мозок отримує дрібний дофаміновий імпульс «я впорався».

Додаток Kahoot працює на соціальному рівні. Коли в аудиторії запускається вікторина і на екрані з'являється таблиця лідерів у реальному часі, включається зовсім інша динаміка. Студенти, які п'ять хвилин тому дивилися в телефон, раптом дуже зосереджені. Тут спрацьовує змагальність, один із найдавніших і найнадійніших мотиваційних тригерів.

Психологічне підґрунтя тут цілком конкретне. Дослідник Юкай Чоу описав вісім базових мотиваційних стимулів: від відчуття власного розвитку і досягнень до соціального впливу та непередбачуваності [3]. Ігрові механіки вміло використовують більшість із них одночасно.

Порівняльний аналіз ігрових механік наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Вплив ігрових механік на результати навчального процесу

Інструмент / Механіка	Психологічний стимул	Освітній результат
Цифрові картки / Прогрес-бари	Розвиток, колекціонування досягнень	Тривале засвоєння лексики
Kahoot / Таблиці лідерів	Змагальність, соціальний вплив	Закріплення матеріалу, швидкість реакції
Квести замість типових завдань	Відчуття епічності, непередбачуваність	Навички вирішення комплексних проблем
Аватари та кастомізація	Самовираження, право власності	Емоційна прив'язаність до платформи

Також, варто звернути увагу на ризиках. Головний із них є так званий ефект надмірного виправдання: коли студент починає вчитися заради балів і оцінок, а не заради самого знання, зовнішня мотивація поступово витісняє внутрішню. Якщо систему нагород прибрати, то інтерес зникає разом із нею. Тому завдання розробника гейміфікованого курсу не розважити студента, а допомогти йому самому відчути цінність того, що він вивчає. Гра тут інструмент, а не мета.

Висновки. Гейміфікація навчання не вирішує всіх проблем освіти, але вона закриває конкретну прогалину між «треба вчитися» і «хочу вчитися». Коли студент отримує миттєвий зворотний зв'язок, бачить власний прогрес і відчуває азарт від процесу, то тоді навчання перестає бути обов'язком і в цей момент студент починає відчувати бажання продовжувати вчитись. Сьогодення надає доступні інструменти та технології, які дозволяють впроваджувати елементи геймифікації в систему освіти.

Перелік посилань

1. Вербах К., Хантер Д. Гейміфікація в бізнесі. – К.: Видавництво, 2020. – 256 с.

2. Kapp, K. M. The Gamification of Learning and Instruction. – John Wiley & Sons, 2012. – 416 p.

3. Chou, Y. Actionable Gamification: Beyond Points, Badges, and Leaderboards. – Octalysis Media, 2015. – 514 p.

4. Deterding, S. et al. From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". MindTrek Conference, 2011. – P. 9–15.

АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

(Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей» Дніпропетровської обласної ради, м. Дніпро, Україна)

Петренко М.В., учень 11 класу
***Науковий керівник:* Кротенко А.Г., вчитель**

Персоналізована медицина вимагає доступних інструментів для інтерпретації індивідуальних генетичних даних. Сирий генетичний код, що видається лабораторіями у форматі RSID-ідентифікаторів, є незрозумілим для пересічного користувача, а наявні закордонні сервіси аналізу — здебільшого платні й недоступні в Україні. Водночас поширення депресії (5,7 % дорослого населення за даними ВООЗ [1]) та інших захворювань, що мають генетичну складову, робить актуальним створення безкоштовного україномовного інструменту для розшифрування генетичного коду з використанням штучного інтелекту.

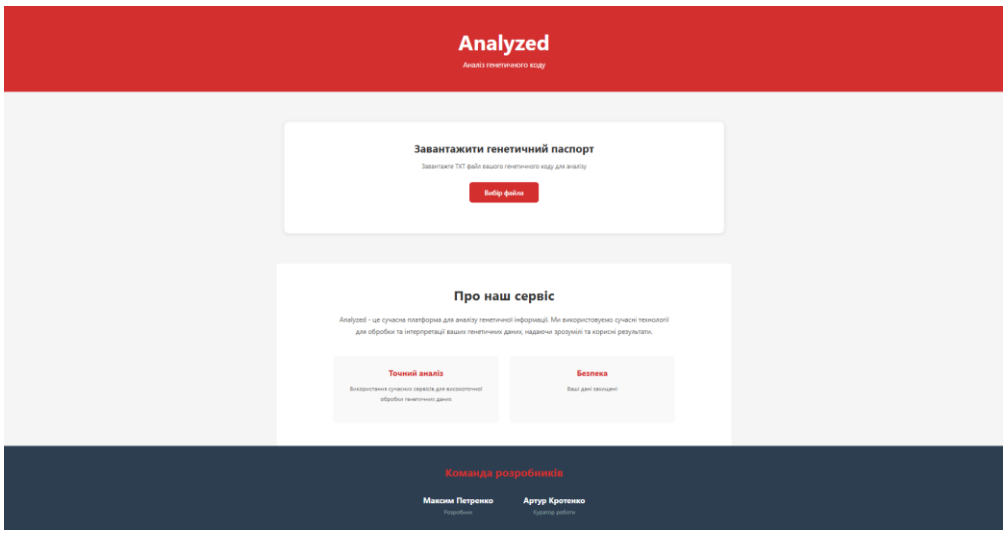


Рис. 1 Інтерфейс сайту

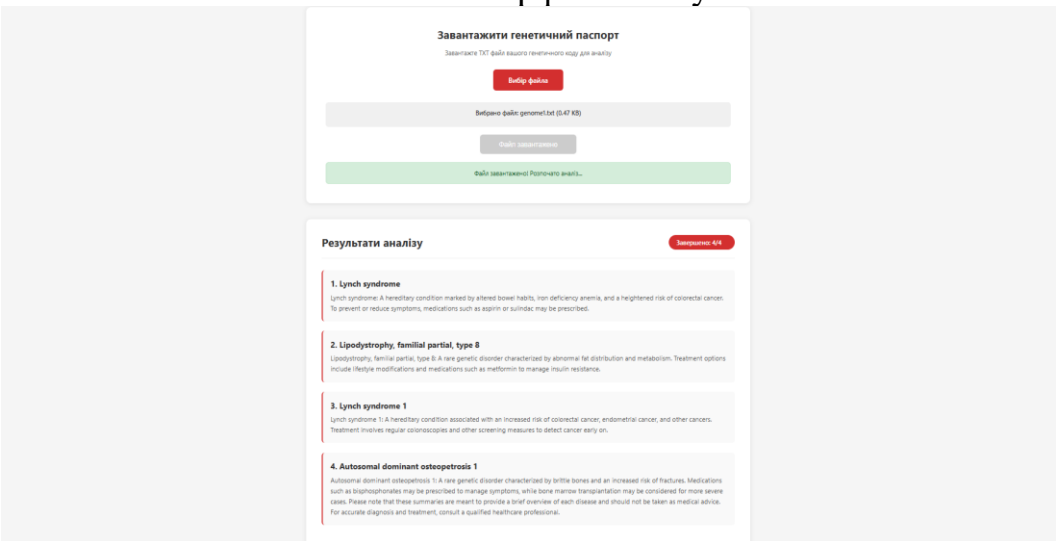


Рис. 2 Приклад використання сайту

У результаті роботи створено веб-платформу «Analyzed». Користувач завантажує TXT-файл із сирим генетичним кодом; сервер Django валідує файл, зберігає його частинами по 64 КБ і запускає паралельний потік аналізу. Модуль back-end (dbuse.py) формує базу даних SQLite, відправляє GET-запити до NCBI API для кожного RSID-ідентифікатора й зберігає лише записи з клінічною значимістю "pathogenic" або "likely-pathogenic", уникаючи дублювань. Сформований список унікальних захворювань передається до Llama2 за заздалегідь визначеним промптом; модель генерує опис кожного захворювання та рекомендації щодо профілактики. Front-end на JavaScript реалізує механізм polling (запит кожні 5 с), що відображає прогрес аналізу в реальному часі й виводить фінальний список захворювань із описами.

Основні результати:

– розроблено й протестовано повний цикл обробки генетичних даних: від завантаження файлу до відображення персоналізованих медичних рекомендацій на веб-сторінці;

– реалізовано інтеграцію з NCBI dbSNP API, що забезпечує автоматичне перетворення RSID-кодів у клінічно значущу інформацію про захворювання;

– продемонстровано ефективність локальної LLM Llama2 для генерації зрозумілих медичних описів і рекомендацій без передачі персональних даних на зовнішні сервери;

– запропоновано безкоштовну альтернативу закордонним комерційним сервісам, орієнтовану на україномовного користувача.

Створений сервіс підтверджує практичну придатність поєднання біотехнологічних API та локальних LLM-моделей для вирішення прикладних задач персоналізованої медицини. Подальший розвиток проєкту передбачає додавання верифікації відповідей ШІ, розширення підтримуваних форматів генетичних файлів та реалізацію механізму довгострокового зберігання результатів аналізу.

Перелік посилань

1. World Health Organization. Depressive disorder (depression). Fact sheet. WHO, 29 August 2025. URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression

2. National Center for Biotechnology Information (NCBI). dbSNP — Database of Single Nucleotide Polymorphisms. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/snp/

3. Bermingham K.M. et al. Effects of a personalized nutrition program on cardiometabolic health: a randomized controlled trial // Nature Medicine. — 2024. — Vol. 30, № 7. — P. 1888–1897. DOI: 10.1038/s41591-024-02951-6.

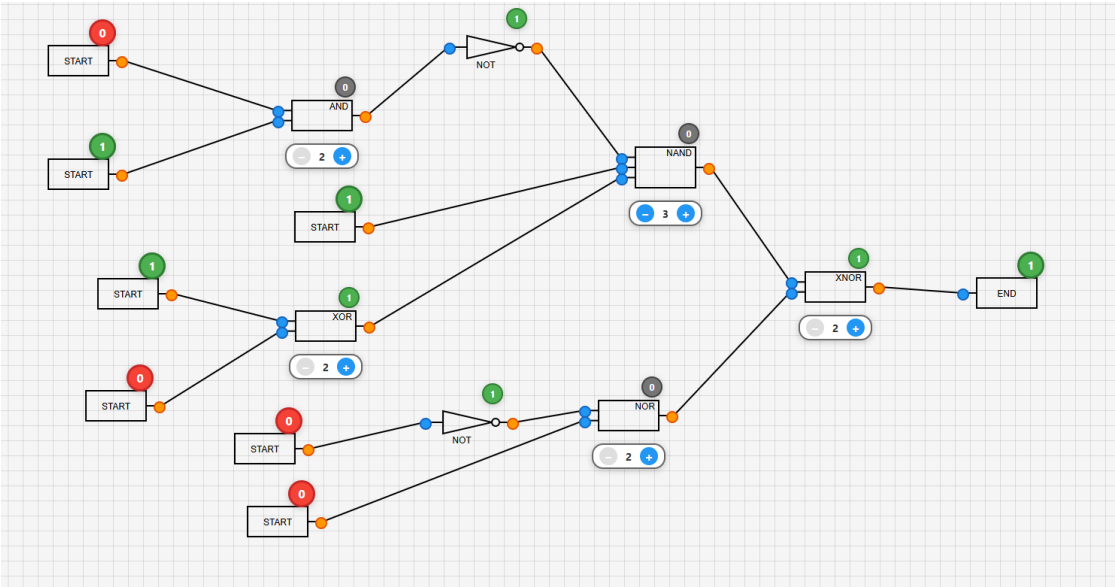
LOGICLAB: ВЕБ-СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІЧНИХ СХЕМ

(Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей» Дніпропетровської обласної ради, м. Дніпро, Україна)

Полянський Артем
***Науковий керівник:* Кротенко А.Г., вчитель**

У сучасному світі цифрові технології відіграють ключову роль у навчанні та дослідженні фундаментальних понять інформатики, зокрема булевої алгебри та логічних схем. Основи цих тем закладаються ще у шкільному курсі інформатики, де розглядаються базові логічні операції та принципи побудови алгоритмів [1]. Однак існуючі інструменти часто є або занадто складними для початківців або недостатньо функціональними для глибшого аналізу. Тому розробка зручного та водночас потужного програмного середовища для роботи з логічними схемами є актуальним завданням.

Метою роботи є створення програмного застосунку LogicLab, який дозволяє будувати, редагувати та аналізувати логічні схеми, а також досліджувати їхню поведінку.



Програмний засіб реалізовано з використанням сучасних вебтехнологій. Архітектура проєкту передбачає модульний підхід, що включає компоненти для відображення логічних елементів, обробки зв'язків між ними та обчислення результатів.

Основними функціональними можливостями системи є:

- створення логічних схем шляхом додавання базових елементів (AND, OR, NOT тощо).
- інтерактивне з'єднання елементів між собою.
- автоматичне обчислення значень на виходах схеми.
- візуалізація станів сигналів у реальному часі.
- можливість масштабування та редагування схеми.

У процесі розробки було реалізовано механізм обчислення логічних виразів на основі графової структури, де вузли відповідають логічним елементам, а ребра - зв’язкам між ними. Це дозволяє ефективно обробляти навіть складні схеми та забезпечує коректний порядок обчислень.

У результаті розробки створено програмний продукт, який поєднує простоту використання з достатнім рівнем функціональності для навчальних і дослідницьких цілей. LogicLab може бути використаний як інструмент для вивчення булевої алгебри, проєктування цифрових схем та розвитку алгоритмічного мислення.

Таким чином, розроблений застосунок є ефективним засобом для візуалізації та аналізу логічних процесів і має потенціал для подальшого розширення функціональності, зокрема додавання складніших компонентів та підтримки збереження проєктів.

Перелік посилань

1. Бондаренко О. В. Інформатика : підручник для 9 класу закладів загальної середньої освіти. — К. : Освіта, 2017.

ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕКИ REACT ДЛЯ СТВОРЕННЯ АДАПТИВНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Різниченко Лілія Віталіївна, група 122-24-3
Наукові керівники: **к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Спірінцев В.В.**

Вступ. У сучасному світі вебдодатки повинні коректно відображатися на різних пристроях: смартфонах, планшетах і комп'ютерах. Це зумовлює необхідність створення адаптивних інтерфейсів, які автоматично підлаштовуються під розмір екрану та можливості пристрою.

Основний зміст роботи. Адаптивний інтерфейс (responsive UI) - це підхід до розробки вебдодатків, при якому зовнішній вигляд і структура інтерфейсу автоматично змінюються залежно від характеристик пристрою користувача, зокрема ширини екрану, роздільної здатності та орієнтації [1].

У сучасних умовах користувачі взаємодіють із вебдодатками не лише з комп'ютерів, але й зі смартфонів та планшетів. Тому важливо забезпечити зручність користування незалежно від пристрою. Саме адаптивний дизайн дозволяє уникнути необхідності створення окремих версій сайту для різних платформ.

Одним із найпопулярніших інструментів для створення таких інтерфейсів є бібліотека React. Вона дозволяє будувати гнучкі, масштабовані та ефективні користувацькі інтерфейси за допомогою компонентного підходу.

Основними принципами адаптивності є: використання гнучких контейнерів, застосування відносних одиниць вимірювання (%, rem, vw), адаптація контенту до ширини екрану, пріоритет мобільних пристроїв (mobile-first).

Нижче наведені популярні вебдодатки, які використовують React і мають адаптивні інтерфейси:

- Facebook - використовує React для динамічного та адаптивного інтерфейсу новинної стрічки.
- Instagram - адаптивний дизайн для мобільних і десктопних версій.
- Netflix - складний адаптивний UI з персоналізацією контенту.
- Airbnb - адаптивні картки, фільтри та пошук.
- Uber - адаптивний інтерфейс для різних пристроїв.
- WhatsApp Web - адаптивний чат-інтерфейс.

Ці сервіси демонструють, що React ефективно використовується у великих комерційних проєктах для створення швидких і зручних інтерфейсів.

React є однією з найпопулярніших бібліотек для створення користувацьких інтерфейсів завдяки своїй компонентній архітектурі. Вона дозволяє розбивати інтерфейс на незалежні частини - компоненти, які можна повторно використовувати.

Завдяки цьому адаптивність реалізується значно простіше: розробник може створювати окремі компоненти для мобільної та десктопної версії.

Одним з принципів сучасної розробки є підхід mobile-first, при якому інтерфейс спочатку створюється для мобільних пристроїв, а потім розширюється для більших екранів.

Цей підхід дозволяє зробити інтерфейс максимально простим, швидким та зручним для користувача.

Наприклад, залежно від розміру екрану можна відображати різні компоненти меню (рис. 1):

```
function Navbar() {
  const isMobile = window.innerWidth < 768;

  return (
    <div>
      {isMobile ? <MobileMenu /> : <DesktopMenu />}
    </div>
  );
}
```

Рис. 1 Приклад динамічної зміни інтерфейсу залежно від ширини екрана за допомогою React

Хоча React керує логікою інтерфейсу, адаптивність значною мірою реалізується за допомогою CSS. Основним інструментом є медіа-запити (media queries), які дозволяють змінювати стиль залежно від параметрів пристрою.

Це дозволяє змінювати розташування елементів, не змінюючи саму логіку додатку (рис. 2).

```
.container {
  display: flex;
  flex-direction: row;
}

@media (max-width: 768px) {
  .container {
    flex-direction: column;
  }
}
```

Рис. 2 Приклад використання медіа-запиту. Результат: на великих екранах елементи розташовуються в ряд, а на малих – вертикально

Також у процесі створення адаптивних інтерфейсів широко використовуються сучасні можливості CSS. Зокрема, технологія Flexbox застосовується для гнучкого та зручного розташування елементів на сторінці. У свою чергу, CSS Grid використовується для побудови більш складних і структурованих макетів [2]. Крім того, застосування відсоткових ширин дозволяє забезпечити масштабування елементів відповідно до розміру екрану, що є важливим для досягнення адаптивності інтерфейсу.

React надає можливість створювати більш “розумні” адаптивні інтерфейси за допомогою хуків. Це дозволяє не просто змінювати стилі, а й змінювати поведінку інтерфейсу в реальному часі.

Наприклад, можна відслідковувати зміну розміру вікна браузера та відповідно оновлювати інтерфейс (рис.3).

```
import { useState, useEffect } from 'react';

function useScreenWidth() {
  const [width, setWidth] = useState(window.innerWidth);

  useEffect(() => {
    const resize = () => setWidth(window.innerWidth);
    window.addEventListener('resize', resize);

    return () => window.removeEventListener('resize', resize);
  }, []);

  return width;
}
```

Рис. 3 Приклад використання React Hooks для відстеження ширини екрана

Відстеження ширини екрану дозволяє створювати більш інтерактивні та адаптивні інтерфейси, які реагують на дії користувача.

Для спрощення процесу створення адаптивних інтерфейсів у React широко використовуються спеціалізовані бібліотеки. Зокрема, Material UI надає набір готових адаптивних компонентів, що значно прискорює розробку інтерфейсу [3]. У свою чергу, Tailwind CSS дозволяє швидко реалізовувати адаптивний дизайн за рахунок використання готових класів стилізації [4]. Також бібліотека react-responsive спрощує роботу з медіа-запитами, забезпечуючи зручні інструменти для адаптації інтерфейсу під різні розміри екранів.

Висновок. React є потужним інструментом для створення адаптивних інтерфейсів завдяки своїй гнучкості, компонентній структурі та можливості інтеграції з сучасними технологіями стилізації. Використання React дозволяє значно спростити розробку responsive-дизайну, покращити продуктивність додатків та забезпечити зручний користувацький досвід на різних пристроях.

Таким чином, застосування React у створенні адаптивних інтерфейсів є ефективним рішенням для сучасної веброзробки.

Перелік посилань

1. MDN Web Docs - Responsive Design. [Електронний ресурс]. – URL: https://developer.mozilla.org

2. CSS Tricks - Flexbox Guide. [Електронний ресурс]. – URL: https://css-tricks.com

3. Material UI Documentation. [Електронний ресурс]. – URL: https://mui.com

4. Tailwind CSS Documentation. [Електронний ресурс]. – URL: https://tailwindcss.com

ОГЛЯД НОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МОВИ JAVA У РЕЛІЗАХ JAVA 24 ТА JAVA 25

НТУ «Дніпровська політехніка»

Різниченко Лілія Віталіївна, ст. гр. 122-24-3
Наукові керівники: **к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Приходченко С.Д.**

Анотація. В рамках опанування дисципліни Програмування на Java досліджено нові можливості мови java та віртуальної машини JVM. Розглянуто основні нововведення у Java 24 та Java 25, включно із синтаксичними змінами, багатопотоковими механізмами та інструментами оптимізації продуктивності. Наведені приклади демонструють, як ці можливості сприяють написанню ефективного та зрозумілого коду.

Вступ. Мова Java постійно розвивається відповідно до сучасних потреб розробників. З кожним новим релізом вдосконалюється синтаксис, додаються нові API, покращується продуктивність і стабільність JVM (Java Virtual Machine), а також з’являються інструменти, які спрощують роботу програмістів. Щороку виходять дві основні версії мови: одна, інша -.

У 2025-2026 роках були представлені Java 24, з короткостроковою підтримкою для тестування нових можливостей, та Java 25 ,з довгостроковою підтримкою (LTS), яка використовується у виробничих проектах [1]. Реліз Java 24 вийшов 18 березня 2025 року і приніс низку експериментальних функцій та покращень продуктивності, тоді як Java 25, випущена 16 вересня 2025 року, стала версією з довгостроковою підтримкою і включає стабільні нові можливості мови, покращені механізми багатопоточності та інструменти оптимізації (рис. 1). Ці релізи демонструють, як Java адаптується до сучасних вимог розробки і продовжує залишатися однією з найпопулярніших мов програмування у світі.



Рис. 1 Логотип Java, який відображає сумісність версій 24 та 25

Основний зміст роботи. Мова програмування Java постійно розвивається, і останні версії, Java 24 та Java 25, привнесли кілька важливих нововведень, які роблять розробку більш зручною, безпечною та продуктивною.

Одним з важливих нововведень стало покращення роботи з pattern matching, яке тепер підтримує не тільки об’єктні, а й примітивні типи. Це озна-

чає, що ви можете використовувати перевірку типу та присвоєння змінної в одному виразі навіть для `int`, `float` або `boolean`. Такий підхід робить код більш компактним та зрозумілим (рис. 2, 3) [2].

```java
Object obj = 5;
if (obj instanceof Integer) {
    int i = (Integer) obj; // потрібно явне приведення типу
    System.out.println(i * 2);
}
```

Рис. 2 Перевірка типу та приведення змінної у старих версіях Java (до Java 24).

```java
Object obj = 5;
if (obj instanceof int i) {  // одночасна перевірка типу і присвоєння
    System.out.println(i * 2);
}
```

Рис. 3 Використання Pattern Matching у Java 24+ (одночасна перевірка типу і присвоєння змінної).

Ще одна нова можливість - Flexible Constructor Bodies. Вона дозволяє краще структурувати код у конструкторах, розділяючи логіку ініціалізації на «пролог» та «епілог». Завдяки цьому знижується ризик помилок при створенні об'єктів і підвищується читабельність коду.

Java 24 також експериментально додає нові можливості для **JVM**. Наприклад, використання Generational Shenandoah покращує збір сміття, що важливо для великих програм із високими вимогами до продуктивності. Крім того, з'явилися оптимізації об'єктних заголовків (Compact Object Headers), що зменшують витрати пам'яті.

Одним з найцікавіших нововведень Java 25 є Scoped Values, яке дозволяє передавати дані через потоки без використання глобальних змінних або ThreadLocal [3] (рис. 4), що робить код більш безпечним і зручним.

```java
static final ThreadLocal<String> USER = new ThreadLocal<>();

USER.set("Lilia");

System.out.println("User: " + USER.get());
USER.remove(); // потрібно вручну очищати, щоб уникнути витоку пам'яті
```

Рис. 4 Використання ThreadLocal для передачі даних між потоками у старих версіях Java (до Java 25).

Дані можна передавати у межах певного блоку, і вони будуть доступні для всіх потоків, які виконуються всередині цього блоку (рис. 5).

```java
static final ScopedValue<String> USER = ScopedValue.newInstance();

ScopedValue.where(USER, "Lilia").run(() -> {
    System.out.println("User: " + USER.get());
});
```

Рис. 5 Реалізація Scoped Values у Java 25 (безпечна і автоматична передача даних через потоки).

Ще одне важливе нововведення - Structured Concurrency, яке спрощує роботу із багатопоточністю. Тепер група пов'язаних потоків розглядається як єдина структура, що дозволяє простіше керувати помилками та зупиняти виконання задач всередині групи. Це значно знижує складність програм з великою кількістю потоків.

Java 25 також вводить Stable Values, що дозволяє створювати незмінні значення, які можуть бути ініціалізовані пізніше, але при цьому JVM оптимізує їх як константи. Це корисно для створення більш безпечного коду, де значення не змінюються після ініціалізації [4].

Ще однією зміною є Compact Source Files, що дозволяє писати програми більш лаконічно, без обов'язкових шаблонних конструкцій класів. Така можливість особливо корисна для новачків або для швидких прототипів.

Крім того, Java 25 покращує продуктивність через Ahead-of-Time Method Profiling та JFR CPU-Time Profiling**,** а також додає нові можливості для векторних обчислень через Vector API**.** Це робить платформу більш ефективною для складних розрахунків та великих проектів.

Висновок. Java продовжує активно розвиватися, пропонуючи розробникам нові інструменти й можливості як у мові, так і в середовищі виконання. У релізах Java 24 і Java 25 можна побачити не лише покращення продуктивності та стартового досвіду, а й фундаментальні зміни у способі написання коду, особливо щодо багатопоточності та передачі даних між потоками.

Перелік посилань

1. Java Software | Oracle Україна. [Електронний ресурс]. – URL: https://www.oracle.com/ua/java/ (дата звернення: 27.03.2026).

2. JDK 24: The new features in Java 24 | InfoWorld. [Електронний ресурс]. – URL: https://www.infoworld.com/article/3491404/jdk-24-the-new-features-in-java-24.html (дата звернення: 27.03.2026).

3. JDK 25 Release Notes | Oracle Україна. [Електронний ресурс]. – URL: https://www.oracle.com/ua/java/technologies/javase/25-relnote-issues.html (дата звернення: 27.03.2026).

4. JDK 25: The new features in Java 25 | InfoWorld. [Електронний ресурс]. – URL: https://www.infoworld.com/article/3846172/jdk-25-the-new-features-in-java-25.html (дата звернення: 27.03.2026).

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ BACKEND-ЧАСТИНИ ЗАСТОСУНКУ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA

НТУ «Дніпровська політехніка»

Даніл Дмитрович Сологуб, група 122-24-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Ширін А.Л.**

Анотація. У роботі розглянуто актуальність мови Java для backend-розробки у 2026 році. Проаналізовано ключові оновлення JDK 26, зокрема проект Loom та інтеграцію зі штучним інтелектом через Spring AI. Висвітлено переваги сучасних фреймворків для побудови високонавантажених систем.

Вступ. Незважаючи на регулярні прогнози про занепад Java під тиском нових мов, у 2026 році ситуація виглядає інакше. Мова вкотре підтверджує статус надійного інструменту для розробки складних серверних систем. Рейтинг TIOBE стабільно ставить цей стек до списку світових лідерів (рис.1) [1]. Крім того, нещодавній реліз JDK 26 приніс покращення продуктивності всієї платформи. Дослідження JetBrains підтверджують, що професійні команди дедалі частіше обирають цей стек для створення стійкої інфраструктури [2]. Така еволюція перетворила класичну мову на гнучку платформу для побудови високонавантажених систем.

Programming Language		Ratings
	Python	21.25%
	C	11.55%
	C++	8.18%
	Java	7.99%
	C#	6.36%
	JavaScript	3.45%

Рис. 1 Рейтинг TIOBE [1]

Основний зміст роботи. Сьогодні мова програмування Java виступає надійним фундаментом для backend найбільших світових фінансових та стрімінгових платформ. Провідні корпорації, такі як PayPal і Goldman Sachs, використовують Java для обробки великих обсягів фінансових транзакцій. Стрімінгові сервіси, зокрема Netflix і Spotify, застосовують її у мікросервісній архітектурі та для обробки потоків даних, зокрема за допомогою Kafka [3].

У 2026 році інтеграція штучного інтелекту в корпоративні системи продовжує активно розвиватися та набирати масштабів. Звіт Azul підтверджує, що 62% підприємств тепер запускають складні функції AI саме на базі Java (рис. 2) [4]. Поки Python домінує у навчанні моделей, Java стала основним інструментом для їхнього надійного розгортання в реальному часі. Спеціалізовані рішен-

ня, зокрема Spring AI, перетворили впровадження мовних моделей на стандартний процес розробки [5]. Неймовірна адаптивність гарантує backend-платформі стабільне майбутнє в будь-якому сучасному бізнесі.

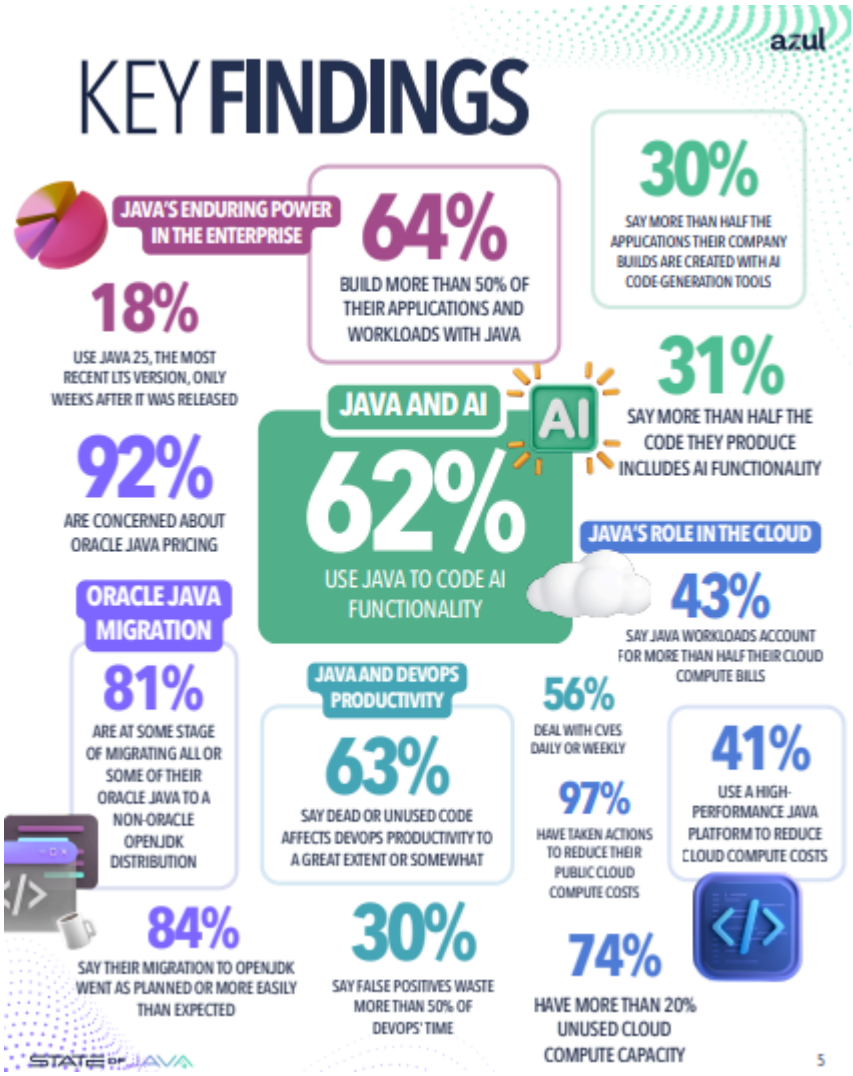


Рис. 2 Інфографіка використання мови java при розробці складних систем (за даними сайта https://www.azul.com/) [4]

Сучасна Java 26 працює в тісному поєднанні з інноваційними фреймворками, що робить її надзвичайно швидкою. Важливу роль у підвищенні продуктивності Java відіграв Project Loom, який впровадив віртуальні потоки дозволяє ефективно обробляти велику кількість запитів [3]. Завдяки цій технології сервери витрачають значно менше оперативної пам'яті, що критично для високонавантажених систем. Мова змогла ефективно конкурувати за продуктивністю з найшвидшими сучасними рішеннями.

На базі цих оновлень Spring Boot 3.5 зміцнив свої позиції. Найбільш обговорюваною новинкою став проект Spring AI, який дозволяє інтегрувати великі мовні моделі безпосередньо в backend [5]. Тепер розробники можуть легко працювати з векторними базами даних, використовуючи звичні інструменти. Дослідження JetBrains підтверджують, що така екосистема дозволяє створювати складні рішення швидше та з меншою кількістю помилок [2].

Паралельно з цим активно розвиваються хмарні рішення на кшталт Quarkus та Micronaut. Quarkus спеціалізується на мінімізації споживання пам'яті в контейнерах, тоді як Micronaut забезпечує високу швидкість роботи завдяки модульній архітектурі без використання важкої рефлексії. Обидва фреймворки використовують технологію GraalVM для створення нативних образів додатків. Цей інструмент дозволяє компілювати код заздалегідь у виконуваний файл, що гарантує миттєвий запуск програм у середовищі Kubernetes [3]. Подібна оптимізація дозволяє бізнесу суттєво економити на вартості хмарних обчислень, зберігаючи високу стабільність системи. Розмаїття інструментів дає командам можливість обирати між швидкістю розробки та максимальною продуктивністю фінального продукту.

Висновки. Java в 2026 році залишається одним з найбезпечнішим backend-вибором для великого бізнесу та амбітних розробників. Завдяки балансу між надійністю та сміливими інноваціями, ця платформа залишається надійним вибором у довгостроковій перспективі. Таке технологічне рішення гарантує стабільний розвиток будь-якого сучасного цифрового продукту і звертає вибір на мову java при розробці backend-частини застосунку.

Перелік посилань

1. TIOBE Index [електронний ресурс]. URL: https://www.tiobe.com/tiobe-index/ (дата звернення: 21.03.2026).

2. JetBrains. State of Developer Ecosystem [електронний ресурс]. URL: https://www.jetbrains.com/lp/devecosystem-2025/ (дата звернення: 21.03.2026).

3. InfoQ. Java Queue [електронний ресурс]. URL: https://www.infoq.com/java/ (дата звернення: 21.03.2026).

4. Azul. 2026 State of Java Survey & Report [електронний ресурс]. URL: https://www.azul.com/state-of-java-2026/ (дата звернення: 21.03.2026).

5. Spring.io Blog [електронний ресурс]. URL: https://spring.io/blog (дата звернення: 21.03.2026).

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ CSS, ЩО ЗАМІНЮЮТЬ JS-БІБЛІОТЕКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Даніл Дмитрович Сологуб, група 122-24-1
Наукові керівники: **к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Спірінцев В.В.**

Вступ. Сучасна веброзробка стає більш лаконічною та ефективною. Браузери тепер самостійно обробляють складні інтерфейсні рішення. Раніше для цього доводилося підключати сторонні бібліотеки, що перевантажувало проєкти зайвим кодом і сповільнювало завантаження сторінок. Сьогодні їм на зміну приходять сучасні стандарти CSS. Вони дозволяють швидше створювати гнучку розмітку та плавну анімацію. Такі рішення спрощують підтримку сайтів і покращують досвід користувачів.

Основний зміст роботи. Одним із важливих кроків у сучасній верстці став CSS Masonry. Він дозволяє створювати складні сітки з елементами різної висоти (рис. 1), як у Pinterest. У минулому для цього розробники використовували сторонні JavaScript-бібліотеки, які ускладнювали підтримку проєкту та могли сповільнювати роботу інтерфейсу. Тепер цей функціонал входить до сучасних специфікацій CSS Grid Level 3 [1]. Достатньо лише однієї властивості, щоб активувати автоматичне розміщення блоків. Проводиться аналіз вільного простору і компактно заповнюється контентом. Таке рішення покращує швидкість завантаження сторінок і робить прокрутку більш плавною. Новий синтаксис дозволяє гнучко налаштовувати відстані між колонками [2]. Підтримка цієї можливості поступово впроваджується в сучасних браузерах. Нативний підхід робить код чистішим, а структуру проєкту - стабільнішою. Дуже зручно для портфоліо, фотогалерей і новинних сайтів.



Рис. 1 Приклад вебромітки з використанням CSS Masonry

Ще одним важливим нововведенням є якірне позиціонування (CSS Anchor Positioning) (рис. 2). Воно дозволяє надійно прив’язувати плаваючі елементи до конкретних об’єктів на сторінці. Раніше для цього також використо-

вували складні обчислення в JavaScript і додаткові бібліотеки. Вони займали місце в проєкті та вимагали налаштування. Тепер достатньо задати «якір» для елемента і браузер сам визначає координати навіть під час зміни розміру вікна або прокрутки. Використання функції anchor() робить цей процес повністю автоматичним [3]. Це зменшує кількість помилок і спрощує створення динамічних інтерфейсів. Новий стандарт також дозволяє гнучко керувати поведінкою елементів у межах екрана. Підтримка цієї технології вже є в більшості сучасних рушіїв [4].



Рис. 2 Якірні елементи та позиціоновані елементи

Не менш важливою новацією є анімації, що керуються скролом (Scroll-Driven Animations) (рис. 3). Це дозволяє синхронізувати рух елементів із прокручуванням сторінки користувачем. Відповідно до попередніх новацій, раніше такі ефекти вимагали складних і громіздких розрахунків у JavaScript. Зараз розробники можуть використовувати властивість scroll-timeline для створення нативних анімацій. Браузер автоматично відстежує прокрутку та оновлює стан елементів. Навантаження на систему зменшується і забезпечується стабільна робота навіть на менш потужних пристроях. Властивість view-timeline дозволяє запускати анімацію під час появи елемента в зоні видимості [2]. У результаті сайти стають більш інтерактивними без використання важких бібліотек.



Рис. 3 Під час скролінгу фото плавно з'являється у полі зору

Висновки. Нативні можливості CSS забезпечують високу швидкість і чистий код. Використання Masonry, якірного позиціонування та скрол-анімацій

поступово замінює сторонні бібліотеки. Це покращує продуктивність сайтів і спрощує їхню підтримку. Водночас головним викликом залишається обмежена підтримка, оскільки ці функції впроваджуються в браузери поступово. Через це іноді доводиться створювати додаткові стилі для стабільної роботи інтерфейсу. Але переваги сучасних стандартів очевидні. Веброзробка рухається в бік зменшення кількості скриптів і використання нативних інструментів. Такий підхід робить проєкти зрозумілішими, стабільнішими та більш передбачуваними в довгостроковій перспективі.

Перелік посилань

1. MDN Web Docs [електронний ресурс]. URL: https://developer.mozilla.org/ (дата звернення: 22.03.2026).

2. W3C. CSS Grid Layout Module Level 3 [електронний ресурс]. URL: https://www.w3.org/TR/css-grid-3/ (дата звернення: 22.03.2026).

3. Chrome for Developers. web.dev [електронний ресурс]. URL: https://developer.chrome.com/ (дата звернення: 22.03.2026).

4. Can I Use [електронний ресурс]. URL: https://caniuse.com/ (дата звернення: 22.03.2026).

РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЛАНДШАФТНІ ТА УРБАНІЗОВАНІ ТЕРИТОРІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сольона Іларія Романівна, група ПЗ-25-2
***Науковий керівник:* Шибка Ольга Сергіївна,**
керівник гуртка КЗПО «ЦРДМ «СтартУм» ДМ

Вступ. В умовах бойових дій в Україні дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) є безальтернативним методом безпечного моніторингу інфраструктурних та екологічних збитків на недоступних територіях. Широке використання комерційних супутникових платформ обмежується високою вартістю та закритою архітектурою, а десктопних геоінформаційних систем (наприклад, QGIS) – надмірними вимогами до локальних обчислювальних потужностей. З огляду на це, розробка автоматизованих хмарних алгоритмів є критично актуальним завданням, виконання якого дозволить оперативно документувати руйнування, оптимізувати ресурси та мінімізувати суб'єктивний людський фактор.

Наукова новизна. Новизна дослідження полягає у розробці комплексної хмарної архітектури для моніторингу наслідків військових дій, яка інтегрує в єдиний процес автоматизованої обробки аналіз урбанізованих (NDBI), природних (NDVI) та гідрологічних (NDWI) об'єктів. На відміну від класичних алгебраїчних підходів, що потребують емпіричного ручного калібрування, у розробленому алгоритмі реалізовано гібридний метод класифікації. Для міської забудови та лісових масивів застосовано метод адаптивного статистичного підбору порогів на базі стандартного відхилення, а для водних об'єктів – фізично обґрунтований метод нульового перетину.

Основний зміст роботи. Головною метою дослідження є розробка автоматизованого хмарного інструменту, який на основі гібридного алгоритму обробки бітемпоральних супутникових знімків (обчислення індексів NDBI, NDVI, NDWI з використанням адаптивної статистики та нульового перетину) автоматично генерує карти руйнувань і розраховує площу уражених урбанізованих, природних та гідрологічних об'єктів.

Математичним фундаментом обробки супутникових знімків Sentinel-2 (10 м/піксель) [1, 2] слугують нормалізовані різницеві індекси: NDBI для міської забудови, NDVI для природних ландшафтів та NDWI для водних об'єктів [4]. Для ідентифікації руйнувань застосовується алгебраїчний метод виявлення змін (Change Detection), який є значно швидшим для хмарних платформ порівняно з ресурсоємними нейромережевими моделями [3]. З метою автоматизації класифікації замість ручного калібрування впроваджено модуль адаптивної статистики. Динамічний поріг аномалії розраховується за формулою: $T = |\mu| + \sigma$ (де μ – середнє значення зміни індексу, σ – стандартне відхилення). Для водних поверхонь застосовується метод нульового перетину.

Розроблений мовою Python у хмарному середовищі Google Earth Engine програмний засіб реалізує комплексний чотирьохетапний алгоритм автоматизованої оцінки руйнувань. Робота скрипта розпочинається з гнучкого просторового обмеження зони інтересу (шляхом інтерактивного полігону або буферного радіуса) та підготовки «чистих» медіанних композитів Sentinel-2 за рахунок автоматичної фільтрації хмарності.

З метою верифікації розробленого програмного засобу та підтвердження його універсальності проведено тестування алгоритму на трьох репрезентативних локаціях із різними типами ландшафтного покриву. Робота гібридного методу класифікації ідентифікувала руйнування щільної міської забудови у м. Маріуполь (із застосуванням індексу NDBI та урбан-маски), зафіксувала масштабні екологічні збитки від пожеж у лісових масивах Серебрянського лісу (за індексом NDVI) та відобразила глобальні гідрологічні зміни внаслідок зникнення водної маси Каховського водосховища (за індексом NDWI). Просторовий розподіл виявлених аномалій (рис. 1–3) та відповідні їм кількісні показники уражених площ демонструють високу вибірковість алгоритму: програма здатна з високою точністю розділяти різні типи збитків, мінімізуючи хибні спрацьовування на суміжні фактори (наприклад, відокремлюючи руйнування інфраструктури від сезонних змін на полях).



Рис. 1. Просторовий аналіз м. Маріуполь: візуалізація виявлених руйнувань (червоний колір). Площа зруйнованої інфраструктури: 12.07 км²; знищеної супутньої рослинності: 50.27 км²

Ядром алгоритму є багатовекторний спектральний аналіз, який адаптується до типу покриву: для урбанізованих територій розраховується індекс NDBI (з фільтрацією через маску забудови ESA WorldCover), для природних ландшафтів – NDVI, а для водних об'єктів – NDWI. Бінарна класифікація ушкоджень здійснюється автоматично за допомогою гібридного методу, що поєднує розрахунок

динамічних адаптивних порогів на основі стандартного відхилення гістограми та фізичний метод нульового перетину.

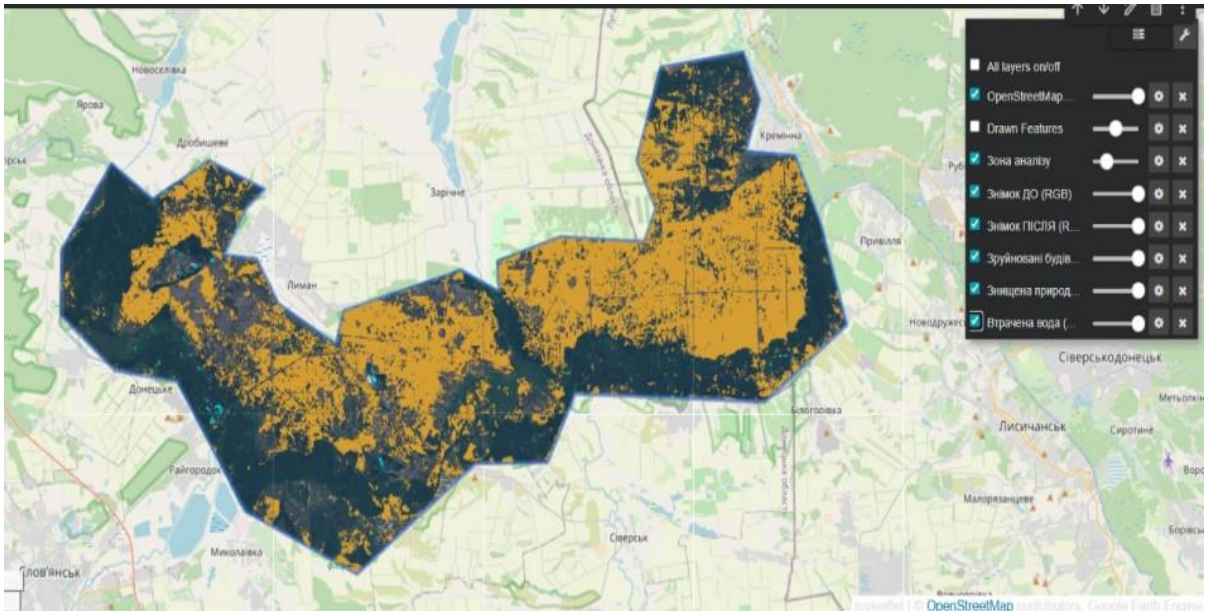


Рис. 2. Просторовий аналіз Серебрянського лісу: фіксація втрат лісового покриву (помаранчевий колір). Площа знищеної рослинності: 207.10 км²; пошкодження суміжної інфраструктури: 0.41 км²

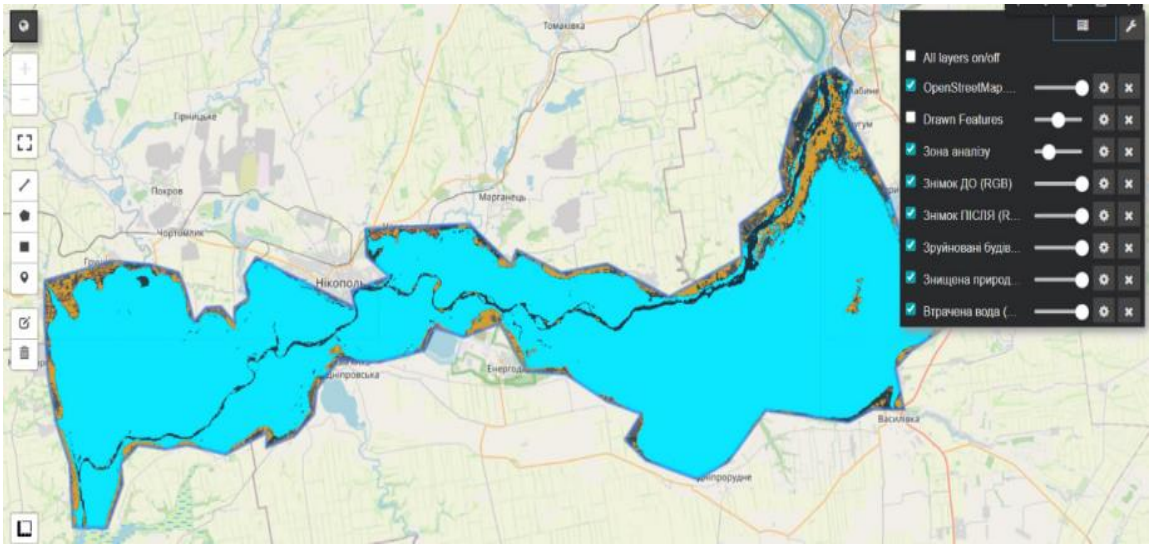


Рис. 3. Просторовий аналіз Каховського водосховища: візуалізація втраченої водної поверхні (блакитний колір). Площа зниклої водної поверхні: 1530.60 км²; втраченої прибережної рослинності: 114.13 км²

На фінальному етапі алгоритм здійснює кількісну оцінку уражених ділянок у квадратних кілометрах та експортує згенеровану бінарну маску у форматі GeoTIFF на Google Drive для подальшої інтеграції з ГІС-системами.

Висновки. У результаті дослідження розроблено та програмно реалізовано автоматизований хмарний інструмент на базі Google Earth Engine для просторової та кількісної оцінки наслідків воєнних дій. Головною прикладною пере-

вагою розробки є інтеграція в єдину автоматизовану систему методів адаптивної статистики (динамічний розрахунок порогів для міської забудови і лісів) та нульового перетину (для водних об'єктів), що мінімізує вплив хибних факторів та усуває потребу в ручному калібруванні. Тестування підтвердило адаптивність алгоритму: успішно ідентифіковано втрату 12.07 км² забудови у Маріуполі, 207.10 км² насаджень у Серебрянському лісі та 1530.60 км² водної поверхні Каховського водосховища. Програмний засіб є ефективним навчально-аналітичним інструментарієм для закладів вищої освіти в межах опанування сучасних ГІС-технологій, а також прикладним рішенням для державних органів у документуванні збитків. Подальший розвиток алгоритму спрямований на кількісну оцінку його точності за допомогою матриці похибок (Confusion Matrix), інтеграцію всепогодних радарних даних Sentinel-1 (SAR), залучення нейромереж (CNN) для точнішого розпізнавання контурів та розробку користувацького вебдодатка (Dashboard).

Перелік посилань

1. Довгий С. О., Лялько В. І., Бабійчук С. М., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : навч. посіб. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nvkarta.com/project/library/uploads/geography/map-technology/%5bsensing%5d%5bhandbook%5d%5b2019%5d_osnovy_dystantsiynoho_zonduvannya_zemli_istoriya_ta_praktychne_zastosuvannya.pdf (дата звернення: 20.03.2026).

2. Aimaiti Y., Sanon C., Koch M., Baise L. G., Moaveni B. War Related Building Damage Assessment in Kyiv, Ukraine, Using Sentinel-1 Radar and Sentinel-2 Optical Images. USA, 2022. 21 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2072-4292/14/24/6239 (дата звернення: 20.03.2026).

3. Cheng G., Huang Y., Li X., Lyu S., Xu Z., Zhao H., Zhao Q., Xiang S. Change Detection Methods for Remote Sensing in the Last Decade: A Comprehensive Review. UK, China, 2024. 36 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2072-4292/16/13/2355 (дата звернення: 20.03.2026).

4. Yasin M. Y., Abdullah J., Noor N. M., Yusoff M. M., Noor N. M. Landsat observation of urban growth and land use change using NDVI and NDBI analysis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Malaysia, 2021. 15 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1067/1/012037/pdf (дата звернення: 20.03.2026).

МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА ЯК СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ВЕБСИСТЕМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Строй Богдан Володимирович, група 121-24-2
Наукові керівники: **к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Спірінцев В.В.**

Анотація. У роботі розглянуто особливості мікросервісної архітектури як сучасного підходу до проектування та розробки вебсистем. Проаналізовано принципи побудови мікросервісів, їх переваги та недоліки, а також порівняно з монолітною архітектурою. Наведено приклади практичного застосування мікросервісів у різних типах проектів.

Вступ. Сучасні вебсистеми стають дедалі складнішими, обробляють великі обсяги даних та обслуговують тисячі або мільйони користувачів. У таких умовах традиційна монолітна архітектура часто стає складною для масштабування та підтримки. Одним із сучасних підходів до вирішення цієї проблеми є мікросервісна архітектура, яка передбачає розподіл системи на незалежні сервіси, що взаємодіють між собою через мережеві протоколи. Такий підхід дозволяє підвищити гнучкість, масштабованість та надійність вебдодатків.

Основний зміст роботи. Мікросервісна архітектура – це підхід до розробки програмного забезпечення, при якому система складається з набору невеликих незалежних сервісів. Кожен сервіс відповідає за окрему бізнес-функцію та може розроблятися, розгортатися і масштабуватися незалежно від інших компонентів системи. Головна ідея використання мікросервісів полягає у розподілу великої системи на автономні модулі, що спрощує розробку, тестування та підтримку проекту. Кожен сервіс має власну бізнес-логіку, базу даних та API для взаємодії з іншими сервісами.

До загальних переваг використання мікросервісної архітектури можна віднести:

- масштабованість – окремі сервіси можна масштабувати незалежно;
- гнучкість – можливість використовувати різні технології для різних сервісів;
- відмовостійкість – збій одного сервісу не зупиняє всю систему;
- спрощене оновлення – розгортання нових версій без повного зупинення системи;
- розподіл відповідальності між командами розробників;
- кращу адаптацію до хмарних середовищ.

Разом із перевагами мікросервісна архітектура має і певні недоліки:

- складність налаштування інфраструктури;
- потреба в системах моніторингу та логування;
- ускладнена міжсервісна комунікація;
- необхідність керування мережевою безпекою;

- складність тестування розподіленої системи.

Порівняння монолітної та мікросервісної архітектури наведено на рис. 1.

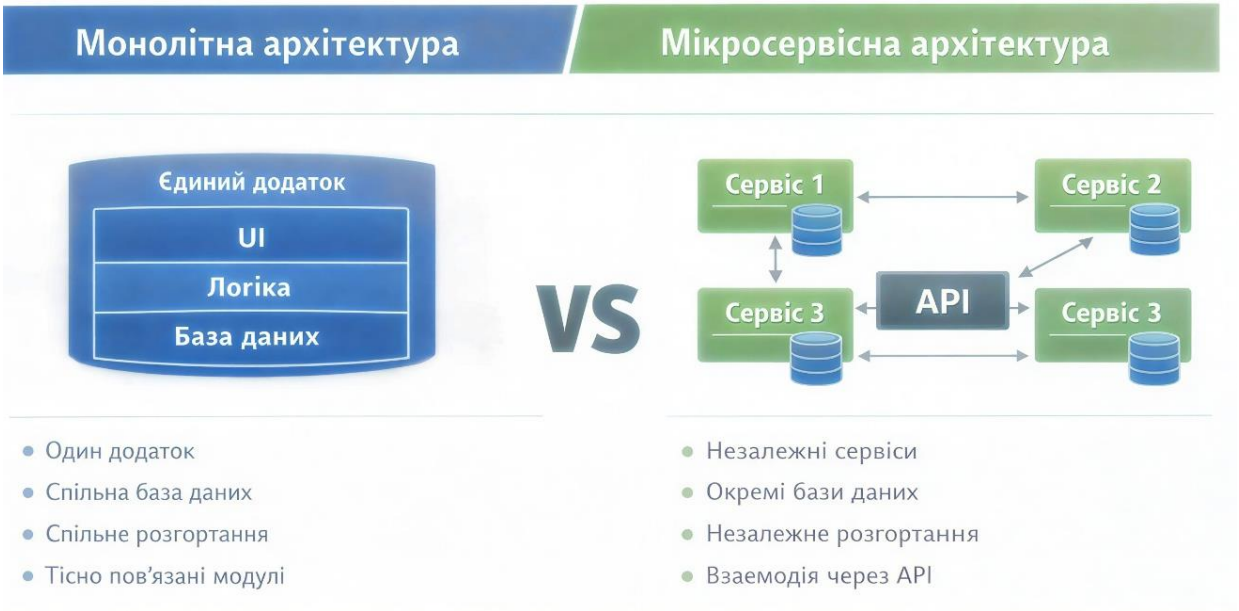


Рис. 1 – Порівняння монолітної та мікросервісної архітектури

У мікросервісних системах взаємодія між компонентами зазвичай здійснюється через REST API або асинхронні повідомлення. Для розгортання часто використовуються контейнерні технології, що дозволяють ізолювати сервіси та спрощують управління середовищем виконання.

Використання мікросервісної архітектури може бути реалізовано в наступних практичних кейсах:

1. Великі інтернет-магазини з окремими сервісами для каталогу, замовлень та платежів.
2. Банківські системи з розділенням фінансових операцій та клієнтських сервісів.
3. SaaS-платформи з багатокористувацькою структурою.
4. Соціальні мережі з окремими сервісами для повідомлень, профілів та стрічки новин.
5. Хмарні сервіси з високими вимогами до масштабованості.
6. Корпоративні портали великих компаній.
7. Системи електронного документообігу.
8. Освітні платформи з окремими модулями курсів та тестування.
9. Платформи онлайн-бронювання.
10. Проекти, що потребують частого оновлення окремих модулів без зупинки всієї системи.

Таким чином, мікросервісна архітектура забезпечує гнучкість і можливість поступового розвитку складних вебсистем.

Висновки. Мікросервісна архітектура є сучасним підходом до розробки масштабованих вебсистем. На відміну від монолітної моделі, вона дозволяє розподіляти функціональність між незалежними сервісами, що підвищує

гнучкість та стійкість системи до відмов.

Попри складність впровадження та необхідність налаштування інфраструктури, мікросервісний підхід є ефективним рішенням для великих та динамічних проектів із високими вимогами до продуктивності та масштабованості.

Перелік посилань

1. Martin Fowler. Microservices [електронний ресурс]. URL: https://martinfowler.com/microservices/ (дата звернення: 03.03.2026).

2. Building Microservices – Sam Newman [електронний ресурс]. URL: https://www.oreilly.com/library/view/building-microservices-2nd/9781492034018/ (дата звернення: 03.03.2026).

3. Microservices Patterns – Chris Richardson [електронний ресурс]. URL: https://microservices.io/ (дата звернення: 03.03.2026).

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОРІВНЕВОЇ АРХІТЕКТУРИ ПРИ РОЗРОБЦІ ЗАСТОСУНКУ МОВОЮ JAVA

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фурманчук Дмитро Вікторович, група 122-24-2
Наукові керівники: **к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Приходченко С.Д.**

Анотація. У даній роботі розглянуто процес розробки консольного застосунку для управління нагадуваннями з використанням мови програмування Java. Основною метою роботи є створення структурованого програмного продукту з чітким розподілом відповідальностей між компонентами та реалізацією базових операцій управління даними.

Вступ. Java є об’єктно-орієнтованою мовою програмування високого рівня, розробленою компанією Sun Microsystems, яка нині підтримується компанією Oracle. Однією з ключових переваг мови є її платформонезалежність, що реалізується завдяки використанню віртуальної машини Java (JVM). Принцип “Write Once, Run Anywhere” дозволяє виконувати програму на різних платформах без модифікації вихідного коду [1]. Мова Java широко застосовується для розробки корпоративних систем, вебзастосунків, мобільних програм та інструментів автоматизації, що обумовлено її стабільністю, строгою типізацією та розвиненою стандартною бібліотекою.

Основний зміст роботи. В межах опанування дисципліни «Програмування на Java» та закріплення теоретичних знань із об’єктно-орієнтованого програмування шляхом їх практичної реалізації було створено консольний застосунок для управління нагадуваннями, який дозволяє створювати, редагувати, видаляти та переглядати їх.

У процесі реалізації проекту було використано сучасний пакет java.time для роботи з датою та часом, зокрема клас LocalDateTime, який забезпечує зручне та безпечне представлення часових значень без недоліків застарілих класів Date та Calendar [2]. Формат дати та часу в застосунку встановлено як yyyy-MM-dd HH:mm, що відповідає міжнародному стандарту представлення дат.

Архітектура проекту побудована за принципом розділення відповідальностей, що дозволяє підвищити читабельність, підтримуваність та масштабованість програмного коду (рис.1). Програму структуровано на декілька логічних шарів. Шар domain містить основні сутності системи, а саме класи User та Reminder, які відповідають за зберігання стану об’єктів і забезпечують інкапсуляцію даних. Шар service представлений класом ReminderService, у якому реалізовано бізнес-логіку застосунку, зокрема додавання, видалення та редагування нагадувань, а також перевірку коректності переданих параметрів. Даний шар не містить жодної взаємодії з консоллю, що забезпечує чистоту архітектурного рішення.

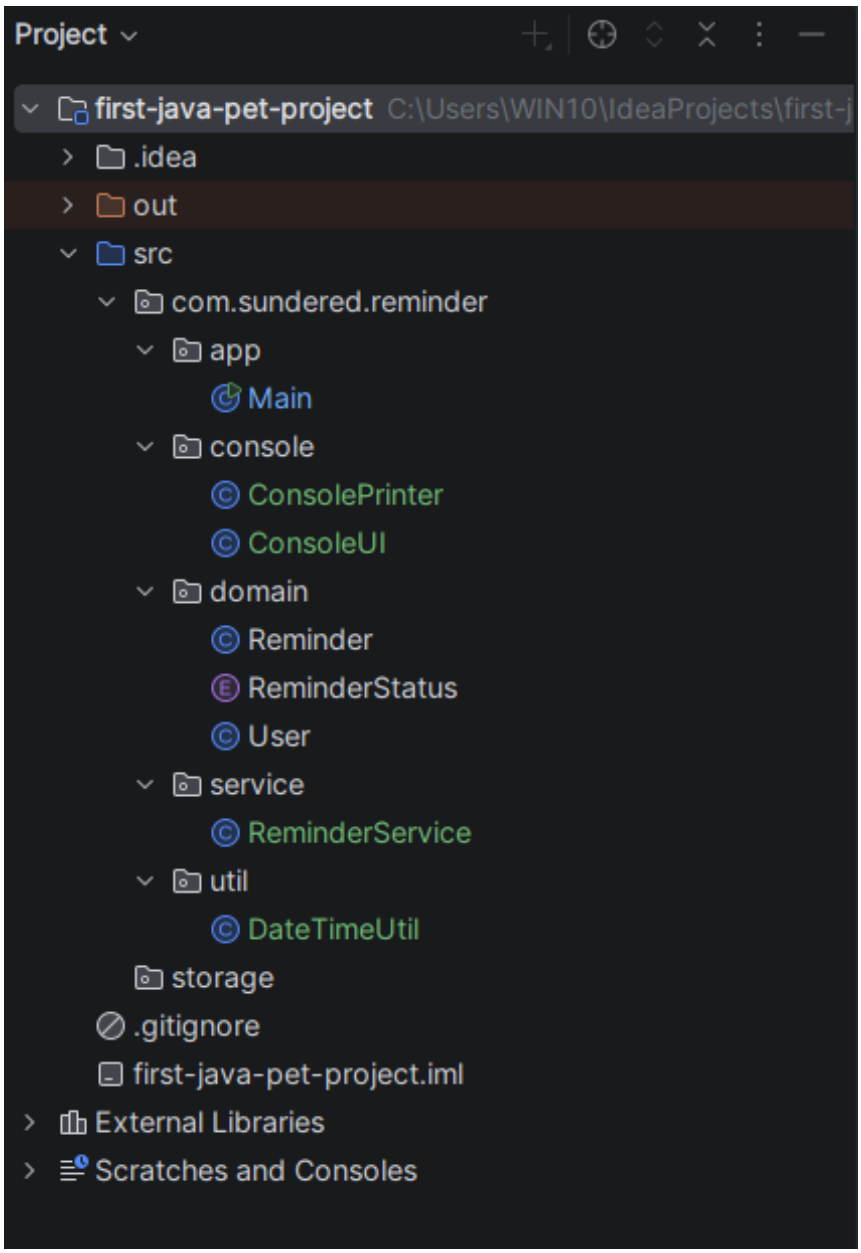


Рис. 1 Структура розробленого додатку

Шар console відповідає за взаємодію з користувачем через текстовий інтерфейс. У його складі реалізовано клас ConsoleUI, який керує основним циклом меню та сценаріями роботи, а також клас ConsolePrinter, що відповідає виключно за форматований вивід інформації. Додатково було створено допоміжний клас DateTimeUtil, який інкапсулює логіку зчитування, форматування та валідації введених користувачем значень дати й часу. Такий підхід дозволяє мінімізувати дублювання коду та централізувати обробку помилок введення.

У процесі розробки даного застосунку було використано підхід багаторівневої архітектури програмного забезпечення. Такий підхід передбачає розподіл програми на окремі логічні шари, кожен з яких відповідає за власну частину функціональності. Основною метою застосування багаторівневої архітектури є підвищення читабельності коду, спрощення підтримки та подальшого розширення програмного продукту. Завдяки поділу на шари кожен компонент систе-

ми виконує лише свою функцію, що відповідає принципу розділення відповідальностей.

У структурі розробленого застосунку можна виділити декілька основних рівнів. Рівень представлення реалізовано у вигляді консольного інтерфейсу користувача, який відповідає за взаємодію програми з користувачем. До цього рівня належать класи, що забезпечують виведення інформації в консоль, обробку введених користувачем даних та організацію меню взаємодії з програмою. Саме на цьому рівні користувач створює нагадування, переглядає список подій або виконує редагування існуючих записів.

Наступним рівнем є сервісний шар, який містить бізнес-логіку застосунку. У даному проекті цей рівень представлений класом, що відповідає за обробку операцій над нагадуваннями. Саме в сервісному шарі реалізовано додавання нових нагадувань, редагування їхніх параметрів, видалення та перевірку коректності даних. Такий підхід дозволяє відокремити логіку роботи програми від способу взаємодії з користувачем, що значно спрощує подальше масштабування системи.

Рівень доступу до даних відповідає за збереження та завантаження інформації про користувачів і їхні нагадування. У поточній реалізації дані зберігаються у форматі JSON-файлу, що дозволяє забезпечити збереження інформації між запусками програми. Для роботи з даними використовується окремий репозиторій, який інкапсулює логіку читання та запису інформації. Такий підхід дозволяє змінити спосіб збереження даних у майбутньому, наприклад замінити файлове сховище на базу даних, без необхідності змінювати інші частини програми.

Окремо в архітектурі застосунку виділено рівень доменної моделі, який містить основні сутності системи. У даному проекті такими сутностями є користувач та нагадування. Ці класи відповідають за зберігання стану об’єктів та описують структуру даних, з якими працює програма.

Таким чином використання багаторівневої архітектури дозволило організувати структуру проекту у зрозумілий та логічний спосіб. Розділення програми на окремі рівні сприяє підвищенню якості програмного коду, полегшує тестування окремих компонентів та створює можливість подальшого розвитку застосунку, зокрема інтеграції з вебінтерфейсом або підключенням бази даних.

Функціональні можливості застосунку включають створення нового нагадування із зазначенням тексту події та дати виконання, перегляд списку наявних нагадувань, редагування назви або часу виконання, а також видалення обраного елемента. У процесі введення даних реалізовано механізми обробки виняткових ситуацій, зокрема перехоплення NumberFormatException при некоректному введенні числових значень. Це дозволяє запобігти аварійному завершенню програми та забезпечити коректну взаємодію з користувачем.

Особливу увагу приділено організації структури проекту. Клас Main виконує роль точки входу до програми та делегує керування класу ConsoleUI. Такий підхід відповідає сучасним рекомендаціям щодо побудови програмних систем та сприяє подальшому масштабуванню застосунку, наприклад шляхом переходу до вебінтерфейсу або інтеграції з REST-сервісами.

Висновки. Результатом роботи є створений консольний застосунок із чіткою архітектурою, що демонструє практичне використання принципів об’єктно-орієнтованого програмування, інкапсуляції, розділення відповідальностей та обробки винятків. Реалізація окремих функціональних шарів дозволила структурувати програму таким чином, щоб кожен компонент відповідав лише за визначену частину логіки, що сприяє зрозумілості коду та полегшує його подальший розвиток. Подібна організація проекту демонструє переваги модульного підходу до розробки, оскільки зміни в одному рівні системи можуть виконуватися без значного впливу на інші частини програми. Отриманий результат підтверджує ефективність використання багаторівневого підходу при створенні програмних систем на мові Java та показує можливість подальшого розширення застосунку шляхом додавання нових компонентів або зміни способів зберігання та обробки даних.

Перелік посилань

1. Java – wikipedia [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Java (дата звернення: 05.03.2026).

2. LocalDateTime.API [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/time/LocalDateTime.html (дата звернення: 05.03.2026).

3. Oracle Java Documentation [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://docs.oracle.com/en/java/ (дата звернення: 05.03.2026).

РОЗРОБКА ВЕБІНТЕРФЕЙСУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З УРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ UI/UX-ДИЗАЙНУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фурманчук Дмитро Вікторович, група 122-24-2
***Наукові керівники*: к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Спірінцев В.В.**

Анотація. У даній роботі розглянуто процес розробки вебінтерфейсу інтернет-магазину з урахуванням принципів UX/UI-дизайну з використанням мов HTML та CSS. Основною метою є створення зручного, інтуїтивно зрозумілого та візуально узгодженого користувацького інтерфейсу, що забезпечує ефективну взаємодію користувача з вебресурсом. В результаті було спроєктовано багатосторінкову структуру сайту, реалізовано логічну навігацію, ієрархію контенту та єдину систему стилізації, що відповідає базовим принципам сучасного UX/UI-дизайну.

Вступ. У сучасному цифровому середовищі ключову роль відіграє не лише функціональність вебресурсу, але й зручність його використання. Саме тому UX (User Experience) та UI (User Interface) є невід'ємними складовими процесу розробки дизайну вебзастосунків. UX-дизайн орієнтований на створення логічної структури, зрозумілої навігації та комфортного сценарію взаємодії користувача із системою, тоді як UI-дизайн відповідає за візуальне оформлення, естетику та сприйняття інтерфейсу [1]. Використання HTML забезпечує структурну основу інтерфейсу, а CSS дозволяє реалізувати його візуальну складову, формуючи єдиний стиль та покращуючи сприйняття інформації користувачем [2].

Основний зміст роботи. У рамках опанування дисципліни «Web-технології та web-дизайн» було розроблено вебінтерфейс інтернет-магазину Simple Store з акцентом на принципи UX/UI-дизайну. Основна увага приділялася не лише реалізації функціональності, але й створенню зручного та логічно організованого інтерфейсу, що забезпечує ефективну взаємодію користувача з вебсайтом.

Структура сайту побудована за принципом зрозумілої ієрархії інформації. Головна сторінка виконує роль стартового екрану, де користувач отримує загальне уявлення про ресурс (рис. 1). Вона містить заголовок, короткий опис, а також блок із рекомендованими товарами. Такий підхід відповідає принципу швидкого доступу до ключової інформації та дозволяє користувачу швидко зорієнтуватися у функціональних можливостях сайту.

Сторінка каталогу реалізована у вигляді сіткової структури, що відповідає сучасним підходам UI-дизайну (рис. 2). Картки товарів мають однакову структуру, що забезпечує візуальну узгодженість та спрощує сприйняття інформації. Кожна картка містить зображення, назву, короткий опис, ціну та кнопку переходу до детальної інформації. Така уніфікація елементів інтерфейсу дозволяє зменшити когнітивне навантаження на користувача та підвищує зручність перегляду товарів.

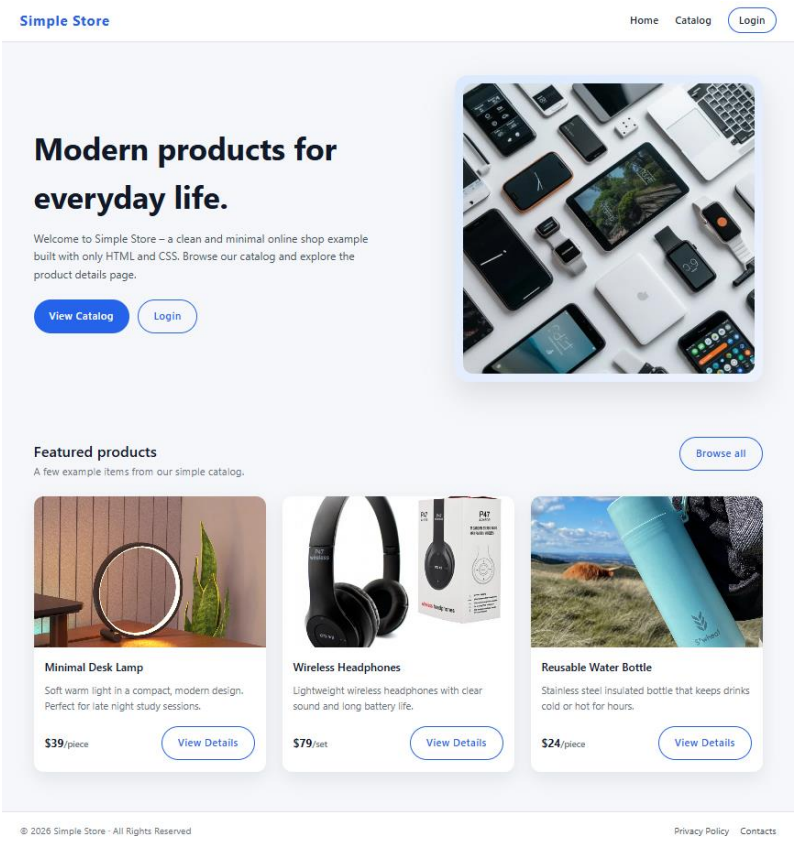


Рис. 1 Головна сторінка сайту

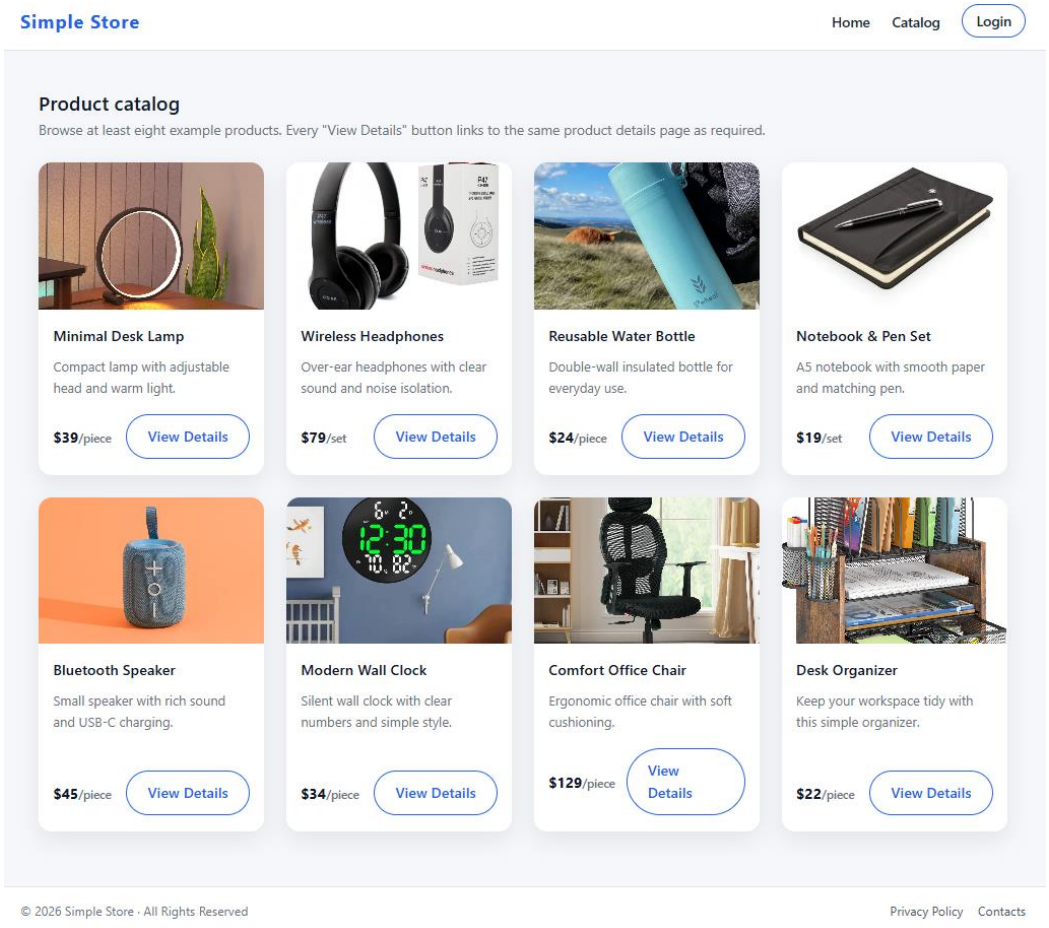


Рис. 2 Сторінка каталогу товарів

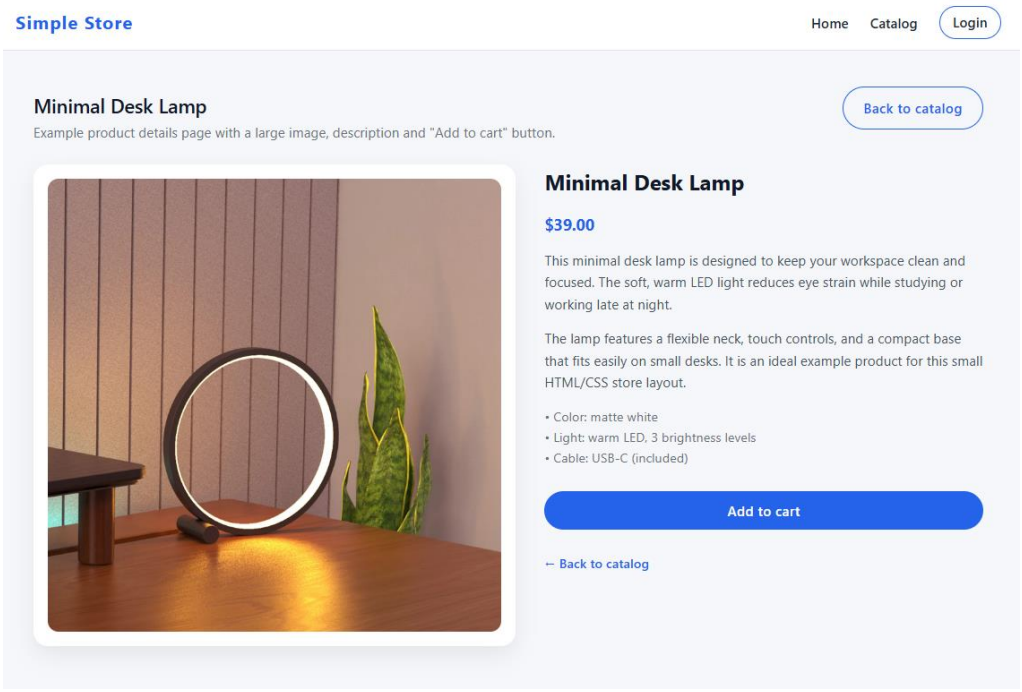


Рис. 3 Сторінка товару

Сторінка детального перегляду товару реалізована з урахуванням принципів фокусування уваги користувача (рис. 3). Основний акцент зроблено на зображенні товару, його назві та описі. Додатково представлено технічні характеристики та кнопку взаємодії (додавання до кошика). Така структура дозволяє користувачу швидко отримати всю необхідну інформацію для прийняття рішення.

Навігація сайту реалізована у вигляді постійно доступного меню, розташованого у верхній частині сторінки. Це відповідає принципу передбачуваності інтерфейсу та забезпечує швидкий доступ до основних розділів сайту. Використання однакової структури навігації на всіх сторінках формує цілісний користувацький досвід та зменшує час на орієнтацію у вебресурсі.

Особливу увагу приділено візуальній складовій інтерфейсу. Використання єдиної кольорової гами, однакових стилів кнопок та типографіки дозволяє створити гармонійний дизайн, що позитивно впливає на сприйняття сайту користувачем. Кнопки взаємодії виділені візуально, що відповідає принципу акцентування важливих елементів інтерфейсу.

Для побудови структури сторінок використано семантичні елементи HTML, що дозволяє логічно організувати контент та підвищити якість структури вебдокументу [3]. Це також сприяє покращенню доступності сайту та його подальшому розвитку.

Оформлення інтерфейсу реалізовано за допомогою CSS, що дозволило створити єдину систему стилів для всіх сторінок. Використання повторюваних класів забезпечує консистентність дизайну та спрощує підтримку проєкту. Завдяки цьому всі елементи інтерфейсу виглядають узгоджено та відповідають єдиній дизайнерській концепції.

Таким чином у процесі виконання роботи було реалізовано не лише технічну складову вебсайту, але й враховано основні принципи UX/UI-дизайну, що дозволило створити зручний, логічний та візуально привабливий інтерфейс.

Висновки. Розроблений вебінтерфейс інтернет-магазину використовує найкращі світові практики з урахуванням принципів UX/UI-дизайну. У процесі реалізації було створено логічну структуру сторінок, організовано зручну навігацію та забезпечено візуальну узгодженість елементів інтерфейсу. Отримані результати дозволили закріпити практичні навички проєктування користувацького інтерфейсу та візуального оформлення інтернет-магазинів.

Перелік посилань

1. UX-дизайн – Wikipedia [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/UX-дизайн (дата звернення: 16.03.2026)

2. CSS – Wikipedia [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/CSS (дата звернення: 16.03.2026).

3. HTML Living Standard – WHATWG [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://html.spec.whatwg.org/ (дата звернення: 16.03.2026).

4. MDN Web Docs – HTML та CSS [електронний ресурс]. – Режим доступу: https://developer.mozilla.org/ (дата звернення: 16.03.2026).

EXPLORING VECTOR REPRESENTATION METHODS FOR TEXT DATA IN JAVA APPLICATIONS. AN AI ASSISTANT CASE STUDY

Dnipro University of Technology

Anastasiia Kholodiuk, student of group 122-24-1
Scientific supervisors: **PhD, A.L. Shirin, PhD, S.D. Prykhodchenko**

Abstract. This paper explores the integration of Retrieval-Augmented Generation (RAG) into enterprise Java applications. It demonstrates a semantic search mechanism over technical documentation using LLM Tool Calling, specifically applied to a support system developed for the airline "Funnair." The study covers the mathematical foundations of cosine similarity and vector quantisation techniques used for performance optimisation.

Introduction. Deploying Large Language Models (LLMs) within isolated corporate environments is often hindered by "hallucinations" and data privacy risks. The Retrieval-Augmented Generation (RAG) architecture mitigates these issues by forcing the model to operate strictly within the context of relevant local documentation. For Java developers, the challenge lies in processing this data efficiently within the JVM ecosystem without relying on external third-party services [1].

The main content of the work.

A practical example of implementing the use of the Funnair AI assistant. Developed using Spring Boot and LangChain4j, the system centers on the DocumentationIngestor class. This class handles the ETL (Extract, Transform, Load) pipeline for "Terms of Service" file. Documents are partitioned into 100-token segments. Vectorisation is performed locally using the all-minilm-l6-v2 model via the ONNX runtime, ensuring that sensitive airline data remains on-premise and is never sent to external APIs during the embedding phase.

Beyond standard RAG, the assistant leverages "Tool Calling" (Fig. 1). Unlike basic chatbots, this system bridges two distinct data layers:

1. Unstructured data (RAG) – retrieving refund policies and rules via vector search.
2. Structured data (Tools) – executing database operations (e.g., cancelBooking) through annotated Java methods in the LangChain4jTools class.

Request processing workflow:

1. User query –> vector search in InMemoryEmbeddingStore.
2. Context injection (relevant text + system prompt) into the LLM (Gemini Flash).
3. The LLM decides whether to provide a text response or trigger a specific Java method (FlightService).

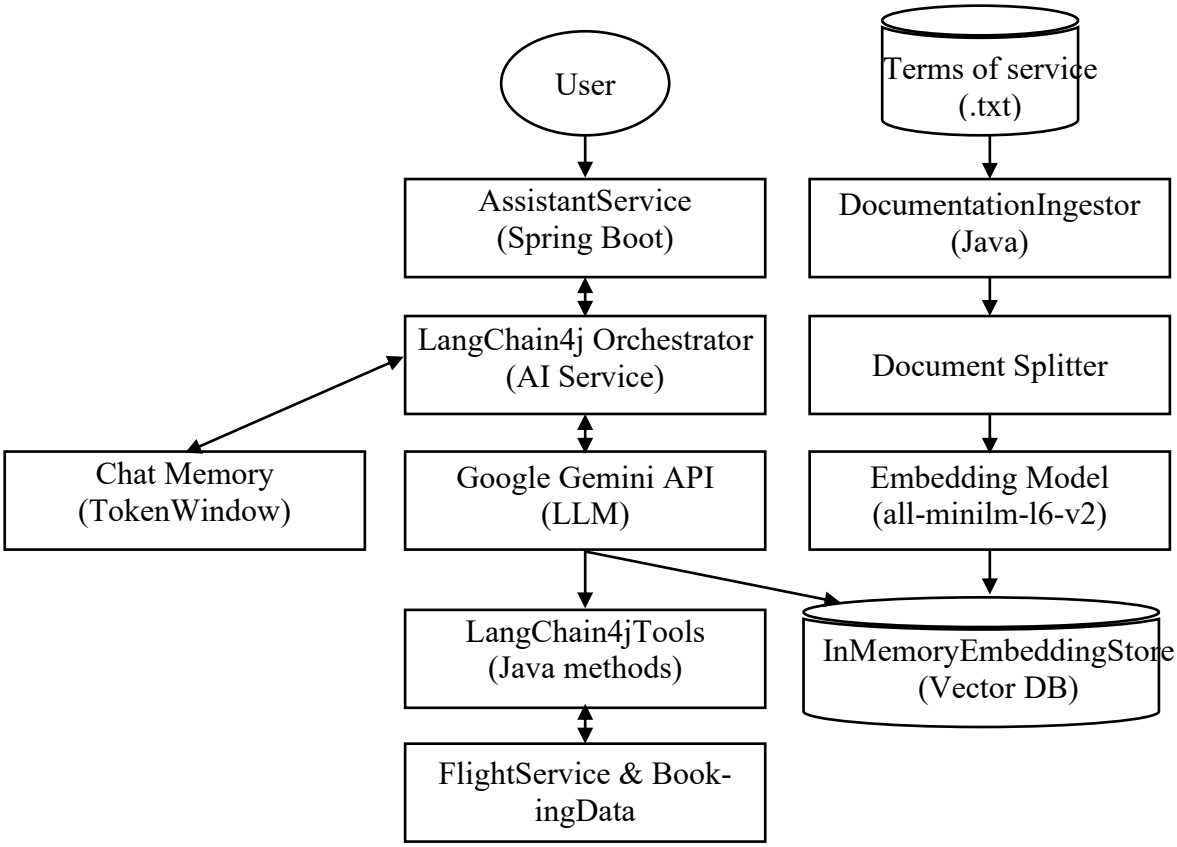


Fig. 1 System architecture featuring RAG and Tool Calling [2]

Mathematical framework for semantic search. The core of this study involves representing text as a vector v in a high-dimensional space R^d, where d represents the embedding dimension (for the all-minilm-l6-v2 model $d = 384$) (Fig. 2).

Relevance between a user query q and a document d is determined via cosine similarity, calculating the cosine of the angle θ between the two vectors:

$$similarity(q, d) = cos(\theta) = \frac{q \cdot d}{\|q\|\|d\|},$$

where q · d – is the dot product;

|| q || · || d || – are the Euclidean norms (vector lengths).

In practical terms, the dot product identifies matches based on semantic intent rather than literal keyword overlap. Similarity scores range from [-1; 1]. A score near $cos\theta \approx 1$ indicates high semantic alignment. A score near 1 indicates high semantic alignment. In the Funnair implementation, the ContentRetriever is configured with a minScore(0.6), meaning the system automatically discards any segments where $cos(\theta) < 0.6$. This effectively filters out irrelevant noise.

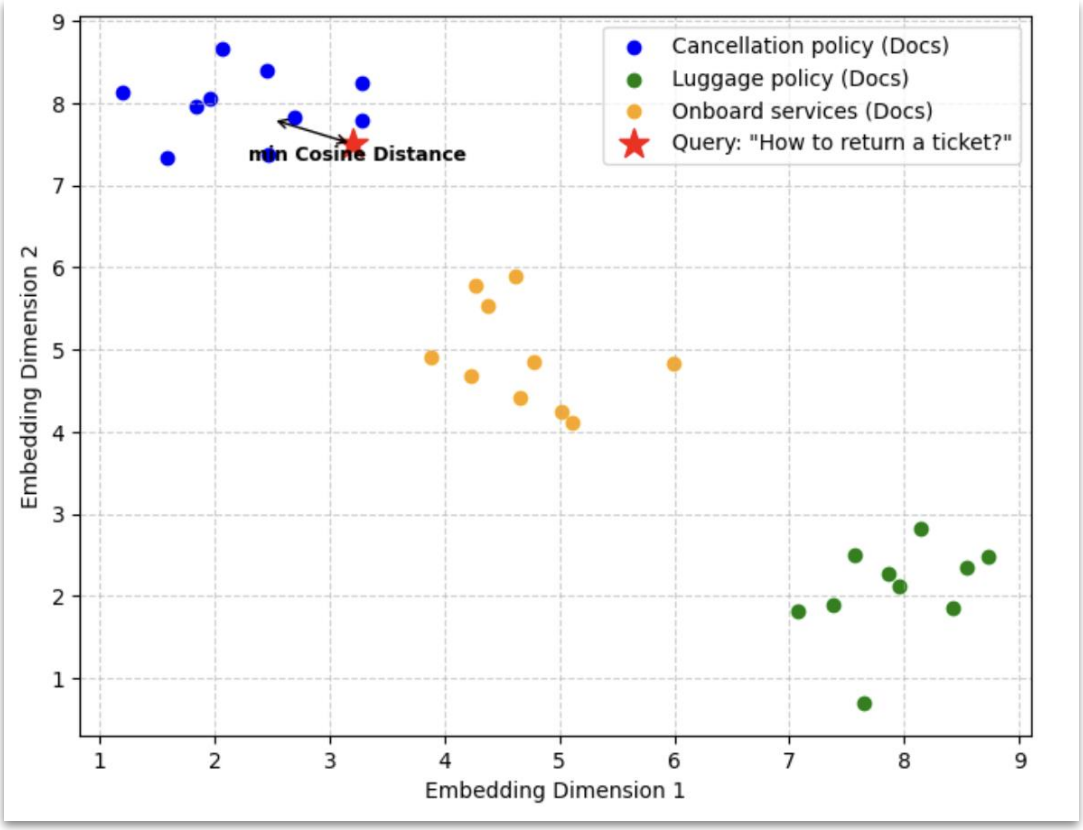


Fig. 2. Visualisation of the Funnair semantic vector space

Results. Pairing AllMiniLmL6V2 with the OpenAiTokenizer yielded high precision in policy identification. Thanks to the preprocessing logic in DocumentationIngestor, in-memory context retrieval takes less than 10 ms – negligible compared to the generation latency of the gemini-flash-latest model.

The result of using the Funnair AI assistant is shown in Fig. 3.

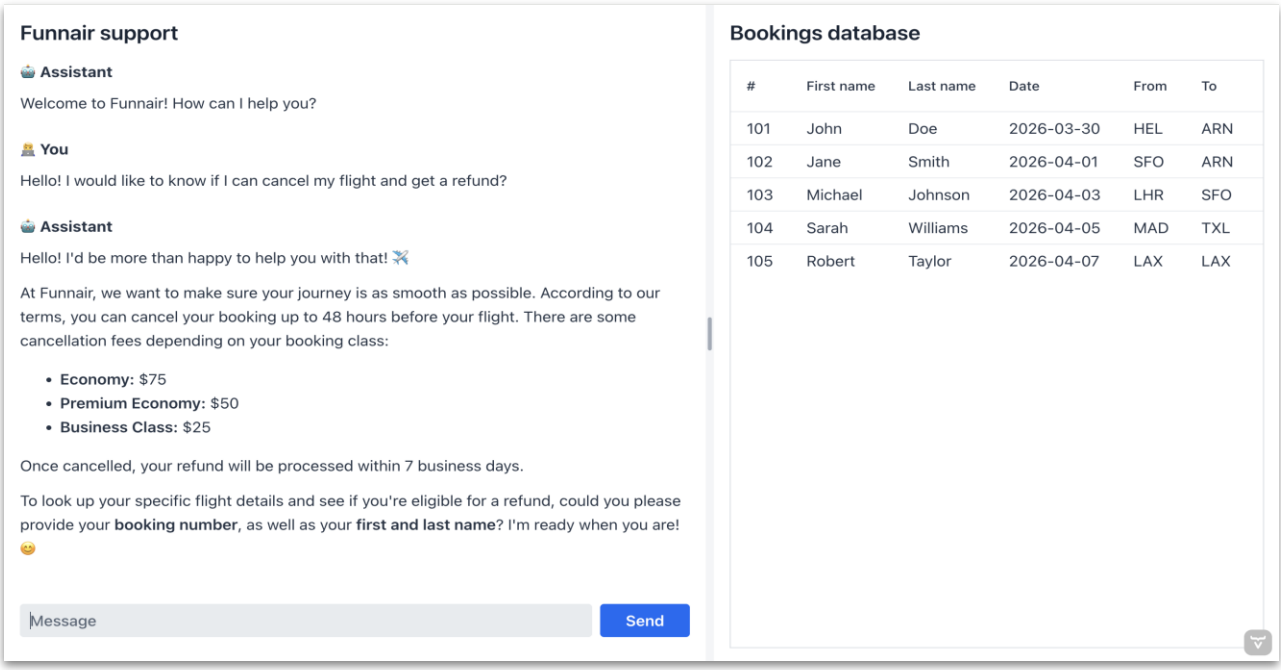


Fig. 3. User-Assistant interaction example

Conclusions. This research confirms that LangChain4j provides a robust framework for implementing vector-based AI assistants within the Java ecosystem. Combining semantic search (RAG) for policy handling with declarative Tool Calling for business logic results in a system that is both conversationally flexible and operationally strict. Future scaling will involve transitioning to persistent vector databases like Pinecone or Weaviate to handle larger documentation volumes.

References

1. Lewis P. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. ArXiv. 2020 [Electronic resource]. – URL: https://arxiv.org/abs/2005.11401 (date of access 24.03.2026).
2. LangChain4j Docs. 2026 [Electronic resource]. – URL: https://docs.langchain4j.dev (date of access 24.03.2026).

ВИКОРИСТАННЯ КОНФЛІКТНО-СТІЙКИХ РЕПЛІКОВАНИХ ТИПІВ ДАНИХ (CRDT) ДЛЯ РОЗРОБКИ КОЛАБОРАТИВНИХ ДОДАТКІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Холодюк Анастасія Дмитрівна, група 122-24-1
Наукові керівники: **к.т.н., доц. Ширін А.Л., к.т.н., доц. Спірінцев В.В.**

Анотація. У роботі деталізовано відмінності між State-based CRDTs (CvRDT) та Operation-based CRDTs (CmRDT) моделями, а також критично оцінено переваги CRDT над традиційною операційною трансформацією (OT) у контексті децентралізованих мереж та Local-first архітектур.

Основний зміст роботи. Сучасні колаборативні платформи – від хмарних IDE до графічних редакторів – вимагають миттєвого відгуку інтерфейсу, незалежно від стану мережевого з'єднання. Традиційна модель, де сервер виступає єдиним арбітром істини, стає вузьким горлом (bottleneck) при масштабуванні на тисячі географічно розподілених вузлів. Проблема посилюється, коли ми розглядаємо парадигму Local-first, де пристрій користувача є первинним місцем зберігання даних, а мережа – лише транспортом для синхронізації.

У таких умовах розробники стикаються з фундаментальним обмеженням CAP-теореми. Оскільки ми не можемо жертвувати доступністю (Availability) та стійкістю до розділення (Partition tolerance), доводиться переосмислювати поняття узгодженості (Consistency). CRDT пропонують вихід через математичне гарантування конвергенції – властивості системи, за якої будь-які два вузли, що отримали однаковий набір оновлень (навіть у різному порядку), гарантовано прийдуть до ідентичного стану без втручання зовнішнього координатора [1].

Теоретичні основи CRDT. В основі CRDT лежить концепція напівгратки (join-semilattice). Це алгебраїчна структура, що визначає множину станів та операцію їхнього злиття. Математично, злиття двох реплік розглядається як пошук найменшої верхньої межі (least upper bound, LUB) у частково впорядкованій множині.

Для досягнення сильної кінцевої узгодженості (Strong Eventual Consistency, SEC) – моделі, де вузли переходять у ідентичний стан відразу після отримання пакетів даних без потреби у додаткових раундах комунікації – операції повинні відповідати трьом критеріям:

1. Комутативність, де $a \cup b = b \cap a$, тобто результат не залежить від черговості виконання операцій.
2. Асоціативність, де $(a \cup b) \cup c = a \cup (b \cup c)$, порядок групування операцій не впливає на кінцевий стан.
3. Ідемпотентність, де $a \cup a = a$, повторна доставка одного й того самого оновлення не змінює результат, що критично для ненадійних мереж [2].

Існує дві основні стратегії поширення оновлень у розподіленій мережі – State-based CRDTs (CvRDT) та Operation-based CRDTs (CmRDT).

У моделі CvRDT (Convergent Replicated Data Types) репліки обмінюються своїм повним поточним станом. При отриманні стану від іншого вузла викону-

ється функція merge. Ця модель є стійкою до втрати пакетів, оскільки кожна наступна передача містить всю накопичену інформацію. Проте для великих об'єктів це призводить до значного мережевого навантаження. Для вирішення цієї проблеми застосовують дельта-CRDT (δ-CRDT), які передають лише останні зміни (дельти) стану замість повного об'єкта [3].

Модель CmRDT (Commutative Replicated Data Types) передбачає передачу лише атомарних операцій (наприклад, insert(char, position)). Це мінімізує обсяг даних, але потребує надійного каналу зв'язку, який гарантує причинно-наслідковий порядок (causal ordering). Це означає, що операція «видалення тексту» не може бути оброблена раніше, ніж операція «вставки» цього ж тексту [4].

До широкого впровадження CRDT стандартом була операційна трансформація (OT). Суть OT полягає у перерахунку індексів операції на сервері: якщо два користувачі одночасно вставили символ, сервер змінює координати другого символу, щоб вони не перекривалися. Порівняння характеристик CRDT та OT наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

Порівняння CRDT та OT

Характеристика	Operational Transformation (OT)	CRDT
Централізація	Потребує центрального сервера-арбітра	Повністю децентралізована (P2P – peer-to-peer)
Складність	Алгоритмічно складна (складність N^2)	Математична визначеність структур
Надійність	Високий ризик розходження станів	Гарантована конвергенція

Основний недолік OT полягає у неможливості ефективної роботи у децентралізованих (P2P) мережах без єдиного джерела істини. CRDT вирішує це завдання, вбудовуючи логіку вирішення конфліктів безпосередньо у структуру даних [5].

Застосування на практиці та інструментарій. Впровадження CRDT у реальні проєкти тривалий час стримувалося проблемою «росту метаданих». Кожен елемент даних повинен мати унікальний ідентифікатор (UUID) та часову мітку (Lamport timestamp) для коректного впорядкування. Сучасні бібліотеки успішно оптимізували ці витрати. Наприклад, Yjs використовує структури на основі двійкових дерев, що дозволяє виконувати злиття за наносекунди. Також Automerge, яка надає JSON-подібний інтерфейс, дозволяє працювати з CRDT як із звичайними об'єктами JavaScript [6].

Особливою є інтеграція CRDT із криптографічними протоколами для забезпечення візантійської відмовостійкості (BFT). Це здатність системи продовжувати коректну роботу навіть за умови, що деякі вузли є зловмисними або надсилають завідомо некоректні оновлення. У відкритих P2P-мережах (Web3)

важливо не лише синхронізувати дані, а й гарантувати, що зловмисний вузол не зможе сфальсифікувати історію змін [7].

Висновки. CRDT представляють собою перехід від імперативного управління станом до декларативних математичних структур. Відмова від складних протоколів консенсусу на користь сильної кінцевої узгодженості дозволяє створювати додатки, що працюють з мінімальними затримками та повною підтримкою офлайн режиму. Подальша оптимізація розміру метаданих та інтеграція механізмів BFT зробить цю технологію фундаментом для наступного покоління децентралізованого інтернету.

Перелік посилань

1. Marc Shapiro. Conflict-free Replicated Data Types. Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems – 13th International Symposium. ResearchGate. 2011. (p. 386-400). [Електроний ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/221540578_Conflict-Free_Replicated_Data_Types (дата звернення 16.03.2026).

2. Martin Kleppmann. Designing Data-Intensive Applications. O'Reilly Media. 2017. [Електроний ресурс]. – URL: https://0-lucas.github.io/digital-garden/99.-Books/Martin-Kleppmann---Designing-Data-Intensive-Applications_-O'Reilly-Media-(2017).pdf (дата звернення 20.03.2026).

3. Paulo Sergio Almeida. Delta State Replicated Data Types. arXiv. 2016. [Електроний ресурс]. – URL: https://arxiv.org/pdf/1603.01529 (дата звернення 20.03.2026).

4. Nuno Preguiça. Conflict-free Replicated Data Types: An Overview. arXiv. 2018. [Електроний ресурс]. – URL: https://arxiv.org/pdf/1806.10254 (дата звернення 22.03.2026).

5. Petru Nicolaescu. Near Real-Time Peer-to-Peer Shared Editing on Extensible Data Types. Proceedings of the 19th International Conference on Supporting Group Work. ResearchGate. 2016. [Електроний ресурс]. – URL: https://www.researchgate.net/publication/310212186_Near_Real-Time_Peer-to-Peer_Shared_Editing_on_Extensible_Data_Types (дата звернення 22.03.2026).

6. Martin Kleppmann and Alastair R. Beresford. A Conflict-Free Replicated JSON Datatype. arXiv. 2017. [Електроний ресурс]. – URL: https://arxiv.org/pdf/1608.03960 (дата звернення 22.03.2026).

7. Martin Kleppmann. Making CRDTs Byzantine Fault Tolerant. University of Cambridge. 2022. [Електроний ресурс]. – URL: https://martin.kleppmann.com/papers/bft-crdt-papoc22.pdf (дата звернення 22.03.2026).

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Авчиннікова А.І., група АРм-25-1
***Науковий керівник:*. д.т.н. , проф. Бубліков А.В.**

Актуальність. Ефективне керування генеруванням, зберіганням, розподілом та споживанням електроенергії в розумному будинку потребує інструментів, здатних адаптуватися до нестаціонарної поведінки споживачів. Традиційні статистичні моделі часто не враховують індивідуальні особливості роботи приладів у динамічному середовищі. Виходом є впровадження цифрових двійників (Digital Twins), які забезпечують безперервну синхронізацію між фізичним об’єктом та його віртуальною моделлю. Як цифрова проекція реального пристрою, двійник безперервно працює в тандемі з об’єктом, моделюючи майбутню його поведінку на основі актуальних даних.

Концепція Digital Twin являє собою сучасний підхід до моделювання й керування реальними об’єктами, процесами або системами за допомогою їх віртуальних копій [1]. Суть цієї концепції полягає у зборі, обробці й аналізі великих масивів даних, що дає змогу створювати точні моделі, які майже повністю відтворюють поведінку своїх фізичних аналогів. В прогнозуванні енергоспоживання електричних побутових приладів цифрові двійники допомагають моделювати та оптимізувати використання ресурсів, дозволяючи точно прогнозувати потреби та забезпечувати ефективний розподіл ресурсів, що дозволяє зменшити витрати електроенергії на 10-20% [2].

Постановка завдання дослідження. Метою роботи є розробка методу короткострокового прогнозування електроспоживання побутовими приладами в межах інтелектуальних систем енергоменеджменту. У дослідженні обґрунтовано використання адаптивного патерн-графа як структурної основи цифрового двійника побутового приладу. Також вивчено механізм трансформації аномалій у нові знання про характер енергоспоживання приладом, що дозволяє підвищити точність прогнозних сценаріїв у реальному часі.

Вирішення поставленого завдання. Запропонована архітектура цифрового двійника базується на двошаровій системі даних, де матриця режимів класифікує стаціонарні стани роботи приладу, а матриця часових переходів фіксує ймовірнісні зв’язки та їхню тривалість. Такий підхід дозволяє сформувати адаптивний патерн-граф, який забезпечує моделі здатність до самонавчання та точного відтворення динаміки енергоспоживання в реальному часі. Використання цієї структури перетворює цифровий двійник на ефективний інструмент діагностики, здатний еволюціонувати разом із фізичним об'єктом. У структурі цифрового двійника режими роботи відображаються як окремі гілки графа, що дозволяє формалізувати роботу кіберфізичної системи як сукупність структурно відокремлених станів. Така декомпозиція гарантує прозорість керування та вищу точність порівняно з методами «чорної скриньки».

Ключовою перевагою цифрового двійника на основі патерн-графа є здатність до динамічного прогнозування через розгортку ймовірнісних сценаріїв безпосередньо в його структурі [2]. На відміну від класичних моделей, де відхилення трактуються як випадкові похибки, дана архітектура використовує механізм ідентифікації «аномальних дуг» для розширення бази знань системи.

Завдяки наявності діагностичної пам’яті та матриці історії переходів, модель здатна до самонавчання: якщо певна аномалія демонструє повторювану закономірність, вона еволюціонує в новий легітимний режим роботи всередині двійника. Такий підхід забезпечує повну відтворюваність процесів та дозволяє проводити глибоку превентивну діагностику причин зміни енергоспоживання у реальному часі.

Перехід від трактування аномалій як помилок до їх визначення як джерела знань про систему радикально підвищує якість превентивного обслуговування. Завдяки високій адаптивності цифровий двійник автоматично підлаштовується під природний знос обладнання або зміну звичок користувача, зберігаючи актуальність моделі. Точність прогнозування забезпечується через структурне відокремлення підграфів, що дозволяє усунути вплив шумів між різними режимами. Крім того, аналіз відхилень від сформованого патерн-графа гарантує високу надійність, дозволяючи виявляти деградацію компонентів приладу на ранніх стадіях.

Висновки. Застосування цифрових двійників на основі патерн-графів дозволяє реалізувати інтелектуальну систему моніторингу, де аномалії стають ключовим фактором розвитку моделі. Запропонована архітектура поєднує точність математичного аналізу з гнучкістю адаптивних алгоритмів, забезпечуючи надійне прогнозування потужності в реальному часі для сучасних кіберфізичних систем.

Перелік посилань

1. Grieves M., Vickers J. Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. Transdisciplinary perspectives on complex systems. Springer, 2017. P. 85–113

2. Шиманюк П.В., Сичова В.В., Блінов І.В. Цифрові двійники мікромереж: концепції, архітектури та виклики. Праці Інституту електродинаміки НАН України, 2025. Вип. 72. С. 5–14.

3. Островська К.Ю., Островський Є.В., Старик В.В. Технологія створення цифрових двійників на основі ресурсів хмарної обчислювальної платформи. «Системні технології», 2024. Том 5, № 154, с. 73–81.

4. 3. Tao F., Zhang M., Nee A. Y. C. Digital Twin Driven Smart Manufacturing. Academic Press, 2019. 256 p.

ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гошовська Дар'я Вячеславівна, група 175-23-1
***Науковий керівник:* доц. Глухова Наталія Вікторівна**

Останні тенденції розвитку сучасних інформаційно-вимірювальних систем вказують на перспективи удосконалення збору вимірювальної інформації у вигляді експериментальних даних, які є результатами вимірювання як одиничних параметрів об'єктів, так і даних у вигляді зображень, що потенційно здатні охарактеризувати низку параметрів. Ознакою сучасних інформаційно-вимірювальних систем є охоплення широкого кола вимірювальних завдань, пов'язаних з визначенням характеристик об'єктів різної природи, тому в останні роки часто звертають увагу на переваги реєстрації вимірювальної інформації у вигляді зображень з метою більш детального вивчення властивостей об'єктів вимірювань.

З одного боку, наразі застосовуються різні методи та засоби, які ґрунтуються на визначенні динамічного перебігу явищ, процесів, а також стану об'єктів природи, технічних об'єктів на базі використання інформації у вигляді зображень. З іншого боку, при застосуванні зображень у якості одного з різновидів вимірювальної інформації, залишається ще багато питань, пов'язаних з розробкою підходів для оцінки точності методів вимірювань, які ґрунтуються на опрацюванні зображень.

Слід підкреслити, що використання зображень у якості первинної інформації в інформаційно-вимірювальних системах, вимагає дотримання загальних вимог щодо оцінки точності, достовірності, репрезентативності первинної вимірювальної інформації та остаточних результатів вимірювань [1]. Наразі у переважній більшості випадків такі вимоги передбачають оцінку невизначеності вимірювань [2, 3]. Для випадку оцінки точності вимірювання кількісних значень фізичних величин розроблені та затверджені у відповідних нормативних документах методики оцінки невизначеності вимірювань [2, 4, 5]. Якщо у якості первинної вимірювальної інформації використовуються дані у вигляді зображень, то може бути здійснена оцінка точності при визначенні окремих ознак зображень. Це передбачає попереднє формування переліку таких ознак зображень, які можуть використовуватись для визначення стану та характеристик об'єкту вимірювань.

Методи дослідження різноманітних природних та технічних об'єктів, які ґрунтуються на опрацюванні зображень, наразі застосовуються у багатьох галузях, наприклад, екологія [6], хімія, металографія, металургія [7]. Однією з кількісних ознак зображень може виступати фрактальна розмірність [7].

При визначенні параметрів газорозрядного випромінювання для зразка води з природного джерела використано результати експериментальних дослі-

джень у вигляді вибірок зображень, для яких було обчислено фрактальну розмірність.

На наступному етапі опрацювання експериментальних даних було використано наявні 50 зображень, для яких було визначено найкращу експериментальну оцінку математичного сподівання фрактальної розмірності у вигляді середнього арифметичного значення для вибірки:

$$\overline{FD} = \frac{\sum_{i=1}^{n} FD_i}{n} = 1{,}3178.$$

Для оцінки точності визначення фрактальної розмірності вибірки зображень було обрано значення стандартної невизначеності типу А:

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(FD_i - \overline{FD})^2}{n(n-1)}} = 0{,}0488.$$

Таким чином, значення стандартної невизначеності типу А, якщо виразити його у відносній формі, складає 3,7%.

Використання актуальних підходів до оцінки точності кількісних ознак зображень забезпечує підвищення достовірності методик виконання вимірювань, дозволяє оцінити відтворюваність результатів вимірювального експерименту з реєстрацією зображень в різних умовах при варіації впливу зовнішніх факторів, оптимізувати параметри вимірювальної апаратури при її налаштуванні в ході пасивного або активного вимірювального експерименту.

Перелік посилань

1. Пановик У., Гідей Р. Математичне моделювання процесу агрегації та обробки вимірювальної інформації в автоматизованих метрологічних системах моніторингу. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2025, № 2. – С. 37-44.

2. JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections. “Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement.” First edition 2008. Corrected version 2010, BIPM.

3. Слізков А. М., Дмитренко Л. А. Оцінювання невизначеності вимірювання результатів кількісних вимірювань. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки*, 2012. – С.219-224.

4. Невизначеність вимірювань. - Київ: УкрНДНЦ, 2019. - Ч.1: ДСТУ ISO/IEC Guide 98-1:2018 (ISO/IEC Guide 98-1:2009, IDT). Вступ до подання невизначеності у вимірюванні.

5. Невизначеність вимірювань. - Київ: УкрНДНЦ. Ч.3: ДСТУ ISO/IEC Guide 98-3:2018 (ISO/IEC Guide 98-3:2008, IDT). Настанова щодо подання невизначеності у вимірюванні.

6. Glukhova N.V., Pesotskaya L.A. Improvement of the methodology of automated determination of photometric characteristics of images based on robust and nonparametric methods. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. – 2025. – Том 36 (75). № 6. 2025. Частина 2. С. 87-93.

7. Штофель О.О., Рабкина М.Д. Застосування методу фрактального аналізу до вивчення зміни властивостей металу. *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*. 2019, №58 (2). С. 28-33.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ ВОЛОГИМ МЕТОДОМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Жадан Кирило Євгенійович, група 151-22-1
***Науковий керівник:* доц.: Карпенко Олег Вікторович**

Виробництво цементу вологим методом характеризується значною енергоємністю та складністю підтримки стабільних параметрів шламу. Ключовим етапом є підготовка та дозування сировинної суміші в обертову піч. Традиційні системи керування часто не встигають компенсувати збурення, пов'язані зі зміною густини шламу, що призводить до порушення теплового режиму печі. Актуальність роботи полягає у створенні автоматизованої системи, яка на основі точної динамічної моделі забезпечує прецизійне керування рівнем та витратою шламу.

Об'єктом дослідження є дільниця підготовки сировинного шламу. Технологічна схема передбачає подрібнення сировини у млинах з подальшим коректуванням складу у басейнах. Для реалізації системи автоматизації обрано наступний комплекс технічних засобів (табл. 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики засобів автоматизації

Компонент	Модель	Характеристика
Центральний контролер	ПЛК VIPA 214-2BS13	Висока швидкодія, вбудовані інтерфейси MPI/DP
Датчик рівня	Rosemount 5408	Безконтактний радарний принцип
Датчик тиску	Danfoss MBS 3000	Висока перевантажувальна здатність
Керуючий орган	Частотний перетворювач Danfoss	Керування приводом насоса шламу

Функціональна схема автоматизації передбачає стабілізацію рівня у витратному баку та контроль витрати за допомогою електромагнітних витратомірів, стійких до абразивного середовища шламу.

Колосковий охолоджувач призначений для швидкого охолодження цементного клінкеру. Для синтезу системи керування проведено ідентифікацію об'єкта за каналом «тиск вхідного повітря - температура охолодженого клінкеру». На основі експериментальних даних отримано передавальну функцію у вигляді інерційної ланки другого порядку із запізненням:

$$W(s) = \frac{-4{,}6 \cdot e^{-211}}{(68{,}2s + 1) \cdot (19{,}3 + 1)}.$$

Модель реалізована у MATLAB /Simulink з урахуванням статичного зміщення робочої точки. Верифікація проводилася шляхом подачі однакового вхідного сигналу на математичну модель та масив реальних даних з виробництва.

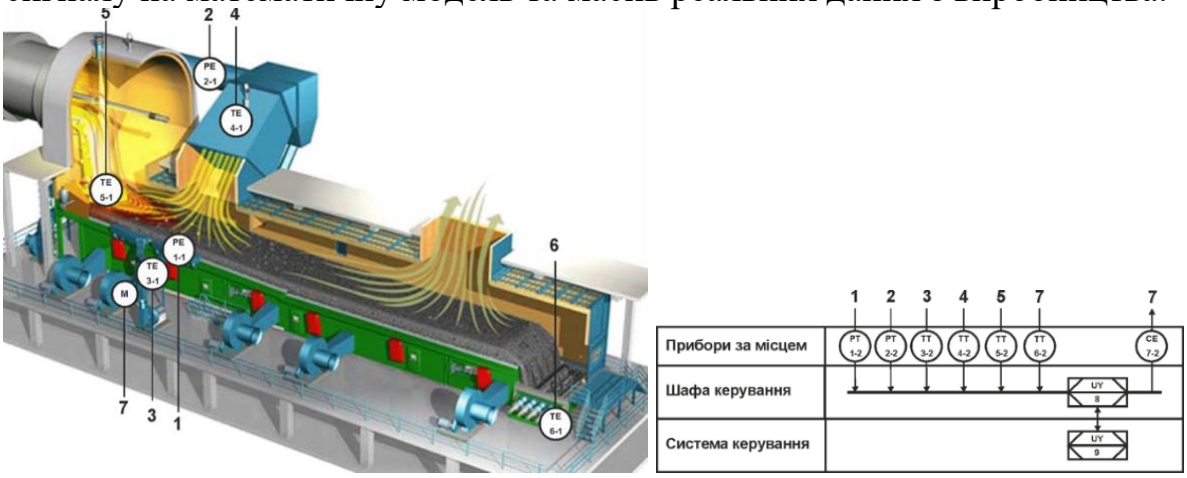


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизації дільниці шламу

Значне перевищення розрахункового значення критерію Фішера над критичним та високий коефіцієнт кореляції підтверджують, що модель адекватно описує динаміку процесу та може бути використана для налаштування ПІД-регуляторів.

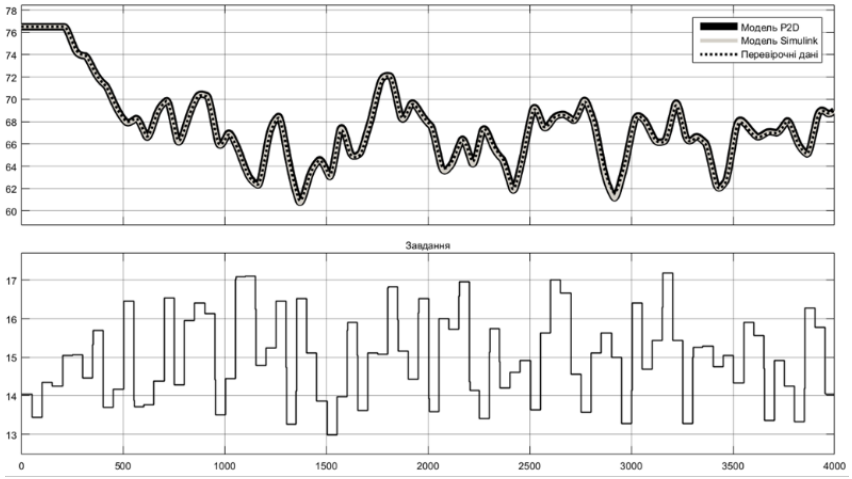


Рисунок 2 – Результат порівняння перехідних процесів моделі та об’єкта

Застосування ПЛК VIPA та інтелектуальної польової апаратури дозволить створити надійну систему керування виробництвом шламу. Завдяки ідентифікованій моделі очікується зниження коливальності рівня на 15%, що забезпечить рівномірне живлення обертової печі та покращить якість готового портландцементу.

Перелік посилань

1. Жадан К.Є. Пояснювальна записка до КРБ. – Дніпро: НТУ «ДП», 2026.
2. Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: Навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2008.
3. Технічна документація Rosemount та Danfoss щодо засобів вимірювання рівня та тиску.

КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Іванчук Юлія Олександрівна, група 152-22-1
***Науковий керівник*: доц.: Карпенко Олег Вікторович**

Проблема забруднення повітря в промислових містах, таких як м. Дніпро, є актуальною через високий рівень концентрації шкідливих домішок (PM2.5, CO_2, NO_2), що перевищує допустимі норми. За даними Дніпропетровського обласного центру з гідрометеорології, середньорічна концентрація PM2.5 у м. Дніпрі становить 30–40 мкг/м³ (при нормі WHO у 5 мкг/м³). Це вимагає розробки ефективних систем моніторингу, здатних компенсувати вплив зовнішніх факторів.

Для опису динаміки концентрації CO_2 у приміщенні використовується диференціальне рівняння першого порядку:

$$\frac{dC(t)}{dt} = G - \left(\frac{Q}{V} + k\right) \cdot C(t)$$

де: $C(t)$ - концентрація CO_2; G - швидкість генерації; Q - об'ємна витрата повітря; V - об'єм приміщення; k - коефіцієнт осадження.

Вимірювальний канал моделюється як суперпозиція корисного сигналу, випадкової та систематичної похибок:

$$y(t) = x(t) + n(t) + b(t)$$

де: $x(t)$ - корисний сигнал; $n(t)$ - випадкова похибка (білий гаусів шум); $b(t)$ - систематична похибка (лінійний дрейф).

Для компенсації похибок використовуються фільтр Калмана та ковзне середнє.

Фільтр Калмана описується рівняннями:

- прогнозування:

$$\hat{x}_k^- = F\hat{x}_{k-1} + Bu_k, \qquad P_k^- = FP_{k-1}F^T + Q$$

- корекція:

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1}, \;\; \hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$$

де: F - матриця стану; H - матриця спостереження; Q - коваріаційна матриця шуму процесу; R - коваріаційна матриця шуму вимірювань.

Ковзне середнє розраховується за формулою:

$$y_{\text{smoothed}}[n] = \frac{1}{M}\sum_{i=0}^{M-1} y[n-i]$$

де M - розмір вікна.

Результати дослідження:

1. Моделювання вимірювального каналу

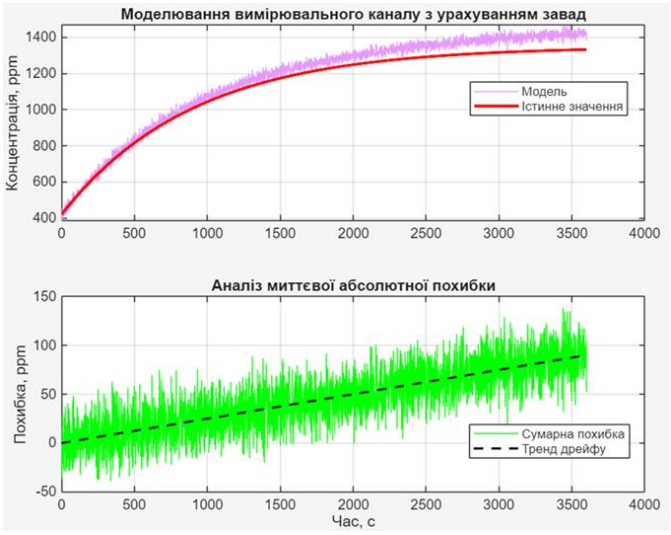


Рисунок 1 – Результати моделювання метрологічної моделі сенсора CO_2

Верхній графік показує зміну концентрації CO_2 з часом, нижній - абсолютну похибку вимірювань. Сумарна похибка (зелена лінія) має значні коливання через випадкові завади, але загальний тренд зростає через систематичну похибку.

2. Порівняння методів фільтрації

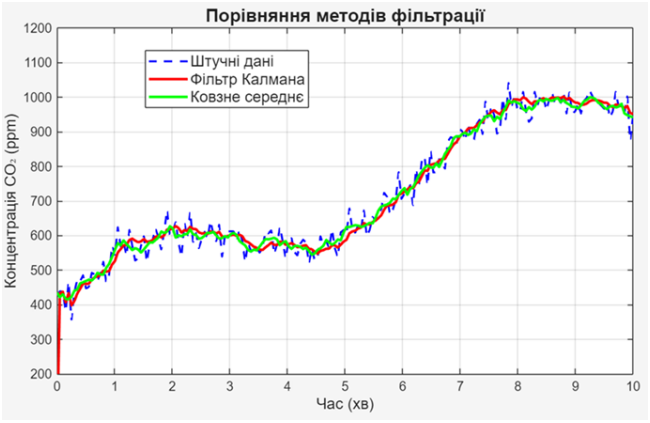


Рисунок 2 – Порівняння ефективності фільтра Калмана та ковзного середнього

Обидва методи зменшують вплив випадкових коливань, але фільтр Калмана робить це ефективніше, особливо в умовах швидких змін.

Перелік посилань

1. Іванчук Ю.О. Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра. – Дніпро: НТУ «ДП», 2026.

2. Дніпропетровський обласний центр з гідрометеорології. (2024). Звіт про стан атмосферного повітря в м. Дніпро за 2023 рік.

WHO. (2021). Air Quality Guidelines.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ РЕАКТОРА-СТЕРИЛІЗАТОРА МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ ДАНИМИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Коваленко Р.О., група 151-22-1,
***Науковий керівник:* доктор філософії, доц. Колисниченко І.Ю.**

Актуальність. Автоматизація процесів термічного знезараження медичних відходів є важливою складовою забезпечення епідеміологічної та екологічної безпеки медичних закладів. У реакторах-стерилізаторах якість знезараження безпосередньо залежить від точності підтримання температурного режиму в камері, оскільки саме температура та тривалість її дії визначають ефективність стерилізації. Недостатньо точне керування подачею пари може призвести до порушення технологічного режиму, перевитрати енергії або невиконання вимог до безпечної обробки відходів.

Реактор-стерилізатор є тепловим інерційним об’єктом, для якого характерні повільна зміна температури, наявність транспортного запізнення та залежність динаміки від теплоємності камери, парової сорочки й завантажених матеріалів. Тому для синтезу системи автоматичного керування температурою необхідно мати адекватну математичну модель об’єкта. Використання наперед заданої моделі не завжди є коректним, оскільки реальні параметри об’єкта можуть відрізнятися від розрахункових через конструктивні особливості установки, стан регулювальної арматури, умови теплообміну та технологічне завантаження. У зв’язку з цим актуальним є визначення структури та параметрів моделі реактора-стерилізатора за експериментальними даними.

Постановка завдання дослідження. Метою роботи є ідентифікація динамічної моделі реактора-стерилізатора медичних відходів за каналом керування «ступінь відкриття регулювального клапана подачі пари – температура в камері». Для досягнення цієї мети необхідно отримати та проаналізувати експериментальні характеристики об’єкта, перевірити лінійність статичної характеристики, оцінити симетричність процесів нагрівання та охолодження, визначити наявність транспортного запізнення, перевірити відсутність коливальних властивостей, виконати параметричну ідентифікацію та оцінити адекватність отриманої моделі.

Об’єктом дослідження є температурний канал реактора-стерилізатора медичних відходів. Керуючим впливом є ступінь відкриття регулювального клапана подачі пари, що змінюється в діапазоні від 0 до 100 %. Вихідною величиною є температура в камері реактора в діапазоні від 20 до 150 °С. При нульовому керуючому сигналі температура відповідає температурі навколишнього середовища, а при повністю відкритому клапані – верхній межі робочого температурного діапазону.

Вирішення поставленого завдання. На першому етапі було виконано побудову статичної характеристики об’єкта керування. Для цього задавалися різні значення керуючого сигналу, після завершення перехідного процесу фік-

сувалася усталена температура в камері реактора. Обробка отриманих даних методом лінійної апроксимації показала, що залежність температури від ступеня відкриття клапана в робочому діапазоні є практично лінійною. Рівняння статичної характеристики має вигляд:

$$T = 20{,}01167 + 1{,}30008u,$$

де T – температура в камері реактора, °C; u – керуючий сигнал, %. Коефіцієнт кореляції становить $R = 0{,}99999$, що підтверджує можливість розглядати об'єкт як лінійний у межах досліджуваного діапазону. Отже, у структурі моделі не потрібно вводити окремий нелінійний елемент.

На другому етапі було виконано перевірку симетричності об'єкта керування за керуючим впливом. Для цього експериментальна крива охолодження була перетворена до вигляду кривої нагрівання та порівняна з експериментальною кривою розгону. Максимальне абсолютне відхилення між кривими становило близько 0,889 °C, що відповідає приблизно 0,684 % від повного діапазону зміни температури. Такий результат дозволяє вважати динаміку нагрівання та охолодження достатньо близькою для використання однієї передавальної функції.

На третьому етапі було оцінено наявність транспортного запізнення. Після стрибкоподібної зміни керуючого сигналу температура в камері не змінюється миттєво, оскільки частина часу витрачається на проходження пари через регулювальну арматуру, заповнення парової сорочки та передавання теплової енергії до контрольованого об'єму. За порогом суттєвої реакції температури отримано попередню оцінку транспортного запізнення $\tau \approx 50$с.

Для перевірки наявності коливальних властивостей було проаналізовано похідну згладженої перехідної характеристики. Похідна температури залишалася додатною та поступово зменшувалася в міру наближення до усталеного режиму. Це свідчить про монотонний аперіодичний характер перехідного процесу, відсутність перерегулювання та відсутність підстав для введення комплексних полюсів у передавальну функцію.

За результатами структурної ідентифікації модель об'єкта прийнято у вигляді аперіодичної інерційної ланки першого порядку з транспортним запізненням:

$$W(s) = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau s}.$$

Параметрична ідентифікація виконувалася шляхом мінімізації суми квадратів відхилень між експериментальними значеннями температури та температурою, розрахованою за моделлю. Для цього в середовищі MATLAB було реалізовано цільову функцію та використано оптимізаційну функцію fminsearch. У результаті ідентифікації отримано такі параметри:

$$K = 1{,}29983\ ^\circ C/\%, T = 499{,}59\text{ с}, \tau = 50{,}17\text{ с}.$$

Отже, ідентифікована передавальна функція температурного каналу реактора-стерилізатора має вигляд:

$$W(s) = \frac{1{,}29983}{499{,}59s + 1} e^{-50{,}17s}.$$

Для практичного використання модель може бути записана в округленому вигляді:

$$W(s) = \frac{1{,}30}{500s + 1} e^{-50s}.$$

Перевірка адекватності моделі виконувалася на окремому експерименті з псевдовипадковим керуючим сигналом. Такий підхід дозволяє оцінити не лише збіг із кривою розгону, за якою визначалися параметри, а й здатність моделі відтворювати динаміку об'єкта за змінних режимів керування. Порівняння експериментальної температури з температурою, отриманою за ідентифікованою моделлю, показало високий рівень збігу. Середньоквадратична похибка становила $RMSE = 0{,}3533°C$, а нормований показник збігу $NRMSE = 99{,}54\%$.

Висновки. У роботі виконано структурну та параметричну ідентифікацію динамічної моделі реактора-стерилізатора медичних відходів за каналом «ступінь відкриття регулювального клапана подачі пари – температура в камері». Встановлено, що в робочому діапазоні статична характеристика об'єкта є практично лінійною, процеси нагрівання та охолодження можуть описуватися однією моделлю, а перехідний процес має аперіодичний характер без коливань. Виявлено наявність транспортного запізнення, яке необхідно враховувати при побудові моделі.

За результатами параметричної ідентифікації отримано передавальну функцію першого порядку з транспортним запізненням. Перевірка на псевдовипадковому керуючому сигналі підтвердила адекватність моделі, оскільки нормований показник збігу між експериментальними та модельними даними становить 99,54 %. Отримана модель може бути використана для подальшого синтезу та налаштування системи автоматичного керування температурою реактора-стерилізатора.

Перелік посилань

1. Ljung, L. (1999). *System Identification: Theory for the User* (2nd ed.). Prentice Hall.
2. Åström, K. J., & Hägglund, T. (2006). *Advanced PID Control*. ISA — The Instrumentation, Systems, and Automation Society.
3. Seborg, D. E., Edgar, T. F., Mellichamp, D. A., & Doyle, F. J. (2017). *Process Dynamics and Control* (4th ed.). Wiley.
4. Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2017). *Modern Control Systems* (13th ed.). Pearson.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ АДСОРБЦІЙНОГО ОСУШЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Корчемний Нікіта Андрійович, група 174-23ск-1
***Науковий керівник:* доц.: Карпенко Олег Вікторович**

Ефективність промислового використання стисненого повітря залежить від ступеня його очищення. Адсорбційні осушувачі - складні динамічні об’єкти, де якість процесу (температура точки роси) залежить від вхідної температури, тиску та витрати повітря на регенерацію. Актуальність: впровадження інтелектуальних алгоритмів керування для зниження енерговитрат.

Таблиця 1

Технічні засоби автоматизації

Компонент	Модель	Параметр	Значення
Контролер	ПЛК VIPA 214-2BS33	Робоча пам'ять	128 Кб
Датчик точки роси	Vaisala DMT143	Діапазон вимірювання	-70...+20 °C
Датчик тиску	Danfoss MBS 3000	Похибка	< ±0.5%
Датчик температури	Danfoss MBT 5252	Час реакції	< 4 с

Розроблена функціональна схема автоматизації (рис. 1) передбачає багаторівневий контроль. Основний контур регулювання базується на показаннях датчика точки роси Vaisala DMT143, встановленого на вихідній магістралі. ПЛК опрацьовує дані та формує керуючі сигнали для електромагнітних клапанів, що перемикають фази адсорбції та регенерації. Додатково здійснюється моніторинг перепаду тиску на фільтрах та температури стисненого повітря на вході.

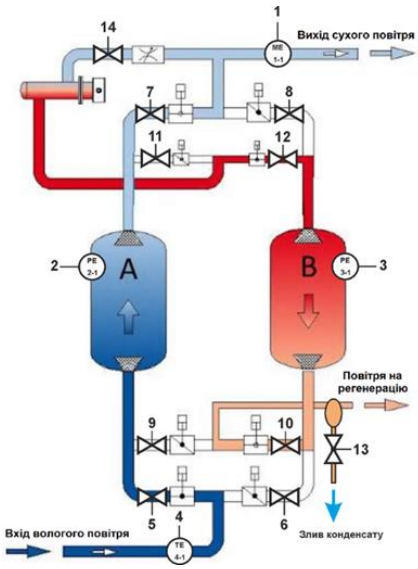


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизації установки

Модель об’єкта реалізована як ланка першого порядку із запізненням:

$$W(s) = \frac{-0{,}25}{310s + 1} e^{-43s}$$

Параметри K, T та τ отримано шляхом обробки кривих розгону при зміні витрати повітря на регенерацію.

Для перевірки адекватності в MATLAB/Simulink реалізовано схему порівняння реакцій трьох структур на ідентичний вхідний сигнал:

- математична модель P1D (System Identification Toolbox);
- розроблена модель на базі передавальної функції;
- масив експериментальних даних «Check_Raw».

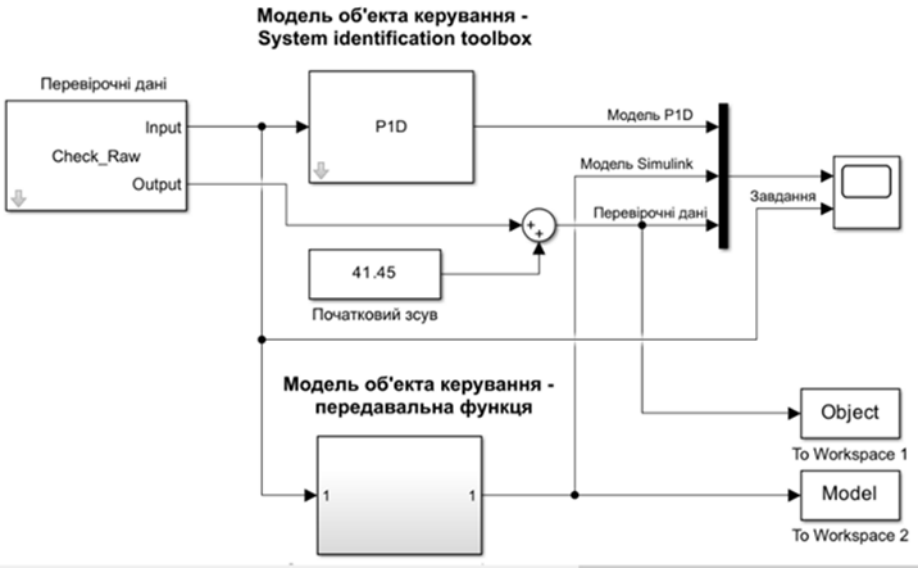


Рисунок 2 – Схема для перевірки на адекватність у Simulink

Оскільки ідентифікація проводилася на центрованих даних, до вихідного сигналу додано зміщення 41,45, що відповідає робочій точці осушувача Omega Air A-DRY 55 BI.

Результати порівняння моделювання та експериментальних даних:

- показник Fit: близько 80% (незважаючи на наявність шумів);
- основні динамічні характеристики (інерційність та транспортне запізнення) ідентифіковані максимально точно;
- розраховане значення критерію Фішера суттєво перевищує критичне, а коефіцієнт кореляції наближається до одиниці - модель визнано адекватною.

Моделювання в MATLAB підтвердило адекватність обраної математичної структури реальному об’єкту.

Перелік посилань

1. Корчемний Н.А. Пояснювальна записка до КРБ. – Дніпро: НТУ «ДП», 2026.

2. Ljung L. System Identification: Theory for the User. – 1999.

3. Офіційна документація Omega Air та Vaisala.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ОБЕРТАННЯ РОТОРА ТУРБІНИ НА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кузьменко Д.М., студент групи 151-22-1
***Науковий керівник*:.д.т.н., проф. Бубліков А. В.**

Актуальність. Електроенергетика є однією з ключових галузей промисловості, оскільки забезпечує виробництво, передавання, розподіл і споживання електричної енергії. Особливістю енергосистеми є необхідність безперервного балансу між генерацією та навантаженням. У разі порушення цього балансу виникає відхилення частоти, що впливає на стійкість роботи енергоблоків та енергосистеми загалом [1, 2]. Одним із технічних засобів підтримання режиму генерації є система автоматичного керування швидкістю обертання ротора турбіни, яка впливає на подачу пари до турбіни та, відповідно, на механічну потужність на валу генератора.

Якість роботи такої системи залежить від правильного врахування динамічних властивостей об’єкта керування. Парова турбіна є інерційним об’єктом: зміна керуючого сигналу на виконавчий пристрій регулюючого клапана не приводить до миттєвої зміни швидкості обертання ротора. Спочатку змінюється положення регулюючого органа, потім витрата пари, далі механічна потужність турбіни, і лише після цього змінюється швидкість ротора. Тому налаштування регулятора без урахування фактичної динаміки об’єкта може призводити до збільшення часу стабілізації, коливань або різких змін керуючого впливу.

Постановка завдання дослідження. Метою роботи є підвищення якості керування швидкістю обертання ротора турбіни на електростанції за рахунок ідентифікації динамічної моделі об’єкта керування та синтезу регулятора на її основі. Для досягнення цієї мети необхідно визначити основний канал керування, сформувати підхід до отримання експериментальних даних, побудувати математичну модель об’єкта, перевірити її придатність для синтезу системи керування та обґрунтувати структуру регулятора.

У роботі основним каналом дослідження прийнято канал «керуючий вплив на виконавчий пристрій регулюючого клапана – швидкість обертання ротора турбіни». Такий вибір є обґрунтованим, оскільки саме через зміну подачі пари система автоматичного керування впливає на механічну потужність турбіни та компенсує відхилення швидкості, спричинені зміною навантаження генератора.

Вирішення поставленого завдання. Для розв’язання задачі використано модельно-орієнтований підхід. Його суть полягає в тому, що параметри регулятора визначаються не шляхом довільного ручного підбору, а на основі динамічної моделі об’єкта керування. Спочатку формується набір експериментальних даних, який містить вхідний сигнал U та вихідний сигнал Y. Вхідним сигналом є керуючий вплив на виконавчий пристрій регулюючого клапана, а вихідним сигналом – швидкість обертання ротора турбіни. Дані доцільно отримувати під

час розгону турбіни або іншого інформативного перехідного процесу, оскільки саме перехідний процес дозволяє визначити інерційність об'єкта, характер наростання вихідної величини та наближення до усталеного режиму.

Перед виконанням ідентифікації дані потребують попередньої обробки. Зокрема, необхідно синхронізувати вектори вхідного та вихідного сигналів, усунути початкове зміщення вихідної величини та перейти до аналізу зміни швидкості відносно початкового стану. Така обробка дозволяє будувати модель саме за динамічною реакцією об'єкта, а не за абсолютним значенням швидкості.

Математичну модель об'єкта керування подано у вигляді передатної функції. Такий спосіб опису є доцільним, оскільки в роботі розглядається одномірний канал керування з одним основним входом і одним основним виходом. Для оцінювання параметрів моделі можуть використовуватися інструменти системної ідентифікації MATLAB, зокрема формування об'єкта експериментальних даних iddata та оцінювання передатної функції за допомогою tfest [3, 4]. Отримана модель повинна відтворювати не лише усталене значення швидкості, а й форму перехідного процесу: початкову ділянку, швидкість наростання, інерційність і наближення до сталого режиму.

Після ідентифікації виконується перевірка адекватності моделі шляхом порівняння експериментальної реакції об'єкта з реакцією ідентифікованої моделі на той самий вхідний сигнал. Така перевірка є принциповою, оскільки модель, яка добре описує лише усталене значення, але неправильно відтворює перехідний процес, не може бути надійною основою для налаштування регулятора. Для такого порівняння можуть застосовуватися засоби MATLAB, зокрема функція compare [5].

Для синтезу системи автоматичного керування обґрунтовано використання PI-регулятора. Пропорційна складова забезпечує реакцію на поточне відхилення швидкості, а інтегральна складова дозволяє усунути статичну похибку. Відмова від диференціальної складової зменшує ризик підсилення шумів вимірювання та формування надмірно різких керуючих впливів на виконавчий механізм. Параметри PI-регулятора доцільно визначати на основі ідентифікованої моделі об'єкта з урахуванням запасу стійкості, що може бути реалізовано засобами pidtune та pidtuneOptions [6, 7].

Окрему увагу приділено переходу від режиму розгону та ідентифікації до режиму замкненого автоматичного керування. Якщо інтегральна складова регулятора починає роботу з неузгодженого внутрішнього стану, на виході регулятора може виникнути стрибок керуючого впливу. Для уникнення цього необхідно узгодити стан інтегратора з поточним станом об'єкта та поточним значенням керуючого сигналу. Такий підхід забезпечує плавне включення регулятора та зменшує небажані перехідні явища. У промислових реалізаціях аналогічні задачі розв'язуються за допомогою механізмів anti-windup та tracking mode у PID-регуляторах [8].

Висновки. У роботі сформовано послідовність ідентифікації об'єкта керування та синтезу системи автоматичного керування швидкістю обертання ротора турбіни. Встановлено, що основою налаштування регулятора має бути ди-

намічна модель каналу «керуючий вплив – швидкість обертання ротора», отримана за експериментальними даними. Обґрунтовано використання передатної функції для опису об’єкта керування та PI-регулятора для стабілізації швидкості турбіни. Запропонований підхід дозволяє узгодити параметри регулятора з фактичними динамічними властивостями турбіни, забезпечити плавний перехід до замкненого керування та створити основу для підвищення якості перехідних процесів у системі автоматичного керування.

Перелік посилань

1. U.S. Department of Energy. 2020 Smart Grid System Report. Washington, DC: U.S. Department of Energy, 2022. URL: https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-05/2020%20Smart%20Grid%20System%20Report_0.pdf

2. Kundur P. Power System Stability and Control. New York: McGraw-Hill, 1994. 1176 p.

3. MathWorks. iddata: Input-output data and its properties for system identification. URL: https://www.mathworks.com/help/ident/ref/iddata.html

4. MathWorks. tfest: Estimate transfer function model. URL: https://www.mathworks.com/help/ident/ref/tfest.html

5. MathWorks. compare: Compare identified model output with measured output. URL: https://www.mathworks.com/help/ident/ref/compare.html

6. MathWorks. pidtune: PID tuning algorithm for linear plant model. URL: https://www.mathworks.com/help/control/ref/dynamicsystem.pidtune.html

7. MathWorks. pidtuneOptions: Define options for pidtune function. URL: https://www.mathworks.com/help/control/ref/pidtuneoptions.html

8. MathWorks. Anti-windup control using PID Controller block. URL: https://www.mathworks.com/help/simulink/slref/anti-windup-control-using-a-pid-controller.html

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ БАГАТОЯРУСНОЇ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІВНЯ CO_2

НТУ «Дніпровська політехніка»

Нефедьєв Євгеній Глібович, група 151-22-1
***Науковий керівник:* доц Карпенко Олег Вікторович**

Ефективність промислового вирощування грибів критично залежить від стабільності мікроклімату. Кліматична камера - складний динамічний об’єкт із нелінійністю: швидкість виділення CO_2біомасою змінюється за фазами вегетації, а повітрообмін має значне транспортне запізнення. Традиційні системи керування не враховують асиметрію між фазами природного накопичення CO_2та примусового вентилювання, що призводить до перерегулювання та перевитрат електроенергії. Актуальність: розробка енергоефективної системи керування на основі точної ідентифікації динамічних характеристик.

Об’єкт дослідження: багатоярусна кліматична камера, де потрібно підтримувати концентрацію CO_2у діапазоні 800–1200 ppm. Вентиляція здійснюється за принципом «адресного подавання» повітря на кожен ярус.

Канали керування:

- вхід: частота обертання вентилятора (частотний перетворювач Danfoss) та кут відкриття заслінок (Belimo);

вихід: концентрація CO_2, вологість, температура.

Технічні засоби:

- ПЛК VIPA 214-2BS33;
- сенсори Vaisala GMP252 та HMP7 (IP67), Dwyer AVUL, засувки Belimo SM24A-SR, частотний перетворювач Danfoss FC 101 та інше.

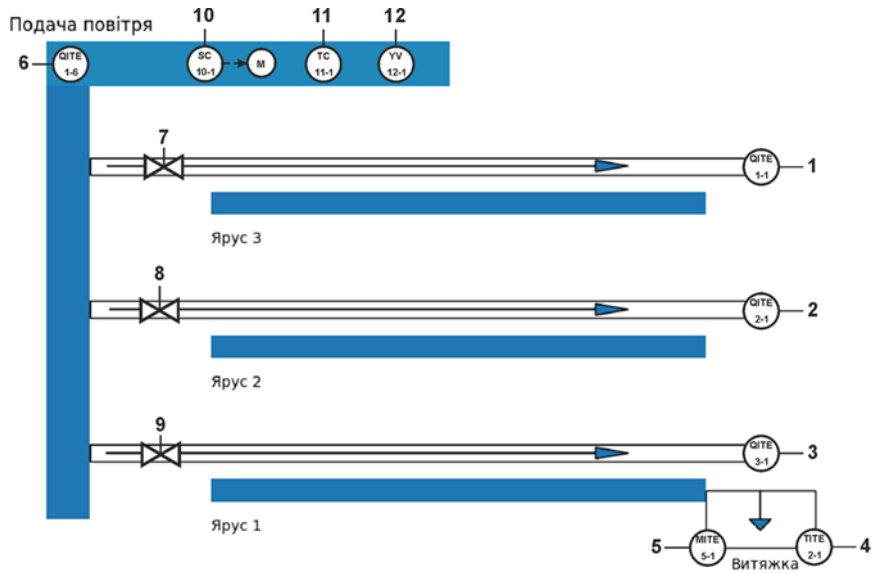


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизації кліматичної камери

Об’єкт демонструє асиметрію: швидкість накопичення CO_2 значно менша за швидкість його вимивання вентиляцією. Математична модель базується на передавальних функціях першого порядку із запізненням:

$$W(s) = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau s}$$

де для режиму накопичення τі Tмають більші значення порівняно з режимом вентиляції.

Структурна схема моделі (Simulink) використовує логічний блок Switch, який активує відповідну гілку розрахунку залежно від знаку похідної керуючого сигналу.

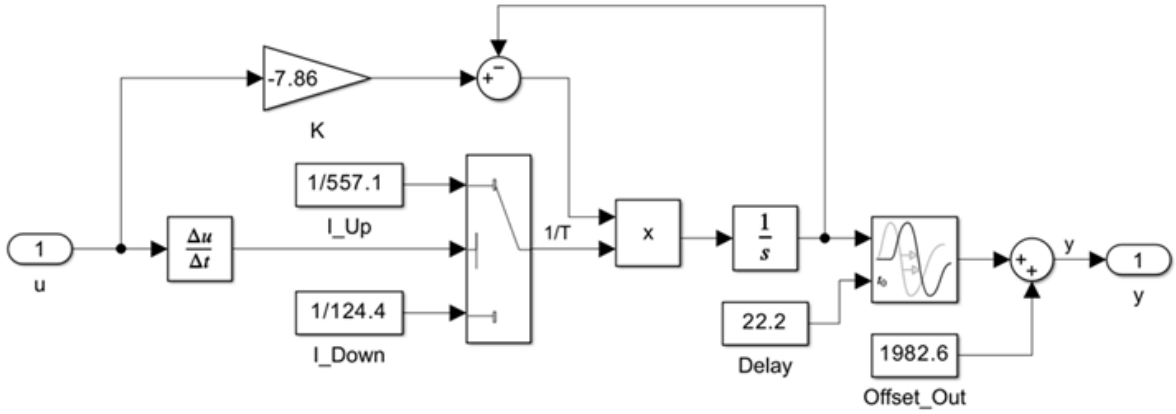


Рисунок 2 – Комбінована Simulink-модель кліматичної камери

Для ідентифікації параметрів використано System Identification Toolbox. Найнижчий показник відповідності 98,1%, що свідчить про високу точність опису низькочастотної динаміки. Модель визнано адекватною з імовірністю 95% (розрахункове значення суттєво перевищує критичне).

Впровадження системи дозволить знизити енерговитрати на вентиляцію на 20–30% завдяки алгоритму «вентиляція за запитом».

Розроблена система на базі ПЛК VIPA та сенсорів Vaisala забезпечить високу точність стабілізації мікроклімату.

Комбінована Simulink-модель враховує асиметрію процесів газообміну, що є ключовим фактором для синтезу оптимальних ПІД-регуляторів.

Перелік посилань

1. Ljung L. System Identification: Theory for the User. – 1999. – 609 p.

2. Nelles O. Nonlinear System Identification. – Springer, 2013. – 785 p.

3. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: Навч. посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 240 с.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ТЕРМІЧНИМ ВУЗЛОМ ХАРЧОВОГО ЕКСТРУДЕРА НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Новіков Євген Сергійович, група 151-22-1
***Науковий керівник:* доц Карпенко Олег Вікторович**

Екструзійні установки належать до класу складних нелінійних об'єктів із розподіленими параметрами. Головна проблема при побудові САК - суттєва зміна динамічних властивостей об'єкта при переході від режиму розігріву до режиму стабілізації під навантаженням. Традиційні лінійні ПІД-регулятори не забезпечують необхідної точності (≤1 °C) через ігнорування ефекту дисипації енергії при обертанні шнека.

Для підвищення точності прогнозування температурних трендів обрано структуру Nonlinear ARX. Вона дозволяє розділити лінійну частину регресорів та нелінійну функцію відображення.

Математичний опис зони нагріву:

$$y(t) = L(x(t)) + N(x(t)) + e(t)$$

де: L - лінійна функція; N - нелінійна складова; $x(t)$ - вектор регресорів.

Як нелінійний апроксиматор обрано Wavenet (вейвлет-мережу), яка враховує нелінійність тепловіддачі за законом Стефана-Больцмана та теплові потоки від тертя продукту.

Експериментальні дані отримано з датчиків Gefran TC5 та оброблено в MATLAB. Динаміка нагріву описується передавальною функцією інерційної ланки із запізненням, проте параметри T (стала часу) та k(коефіцієнт підсилення) суттєво змінюються залежно від робочої точки.

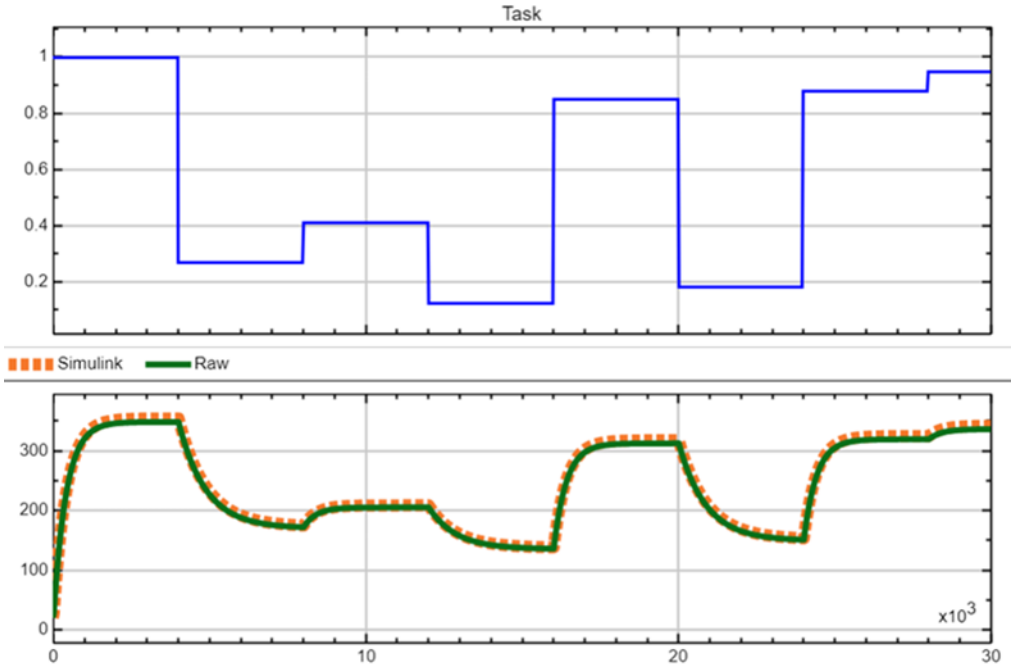


Рисунок 1 – Результати моделювання та верифікації моделі

Результати верифікації моделі:

- коефіцієнт детермінації (R^2): 0,9994;
- середньоквадратична помилка (MSE): 0,0042;
- максимальне відхилення прогнозу: 0,35°C.

Це підтверджує високу адекватність моделі для побудови алгоритмів предиктивного керування (MPC).

Апаратна реалізація системи керування базується на контролері VIPA 315-2AG12 (серія SPEED7). Швидкодія процесора дозволяє виконувати розрахунок нелінійної моделі в реальному часі з кроком дискретизації 100 мс.

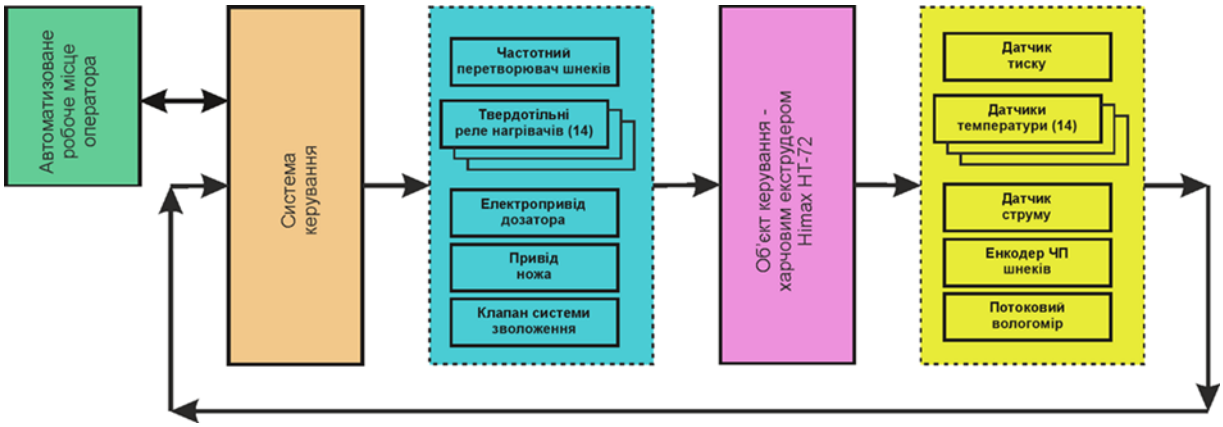


Рисунок 2 – Структура системи керування екструдером Himax HT-72

Особливості архітектури:

- інтеграція частотного перетворювача Schneider Electric Altivar (450 кВт) у контур терморегулювання;
- ПЛК аналізує навантаження на двигуні (через датчик струму LEM) та предиктивно знижує потужність ТЕНів до перегріву.

Висновки:

- модель Nonlinear ARX підвищує точність опису термічних процесів екструдера Himax HT-72;
- інтеграція ПЛК VIPA та датчиків Gefran забезпечує стабільність екструзії в умовах завад;
- модель ($R^2 > 0{,}99$) є основою для систем керування за станом (State-space control) та стратегій Industry 4.0.

Перелік посилань

1. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів. – К.: НТУУ «КПІ», 2008.

2. Ljung L. System Identification: Theory for the User. – Prentice Hall, 1999.

AUTOMATION OF THE GRAIN MOISTENING TECHNOLOGICAL PROCESS

Dnipro University of Technology

Pavlenkov Viacheslav, bachelor student, AR-25sk-1
***Scientific adviser*: Sosnin Kostiantyn PhD, as. prof., department of cyberphisical and information measuring systems**

The relevance of the work is due to the need to transition from traditional methods of moistening "by average indicators" to dynamic control in the flow. The use of the Bühler MOZL moistener [1] with an automation system based on the Siemens Simatic S7-1200 CPU 1215C microcontroller allows you to implement the concept of a "digital mill". Every percent of moisture error when moistening grain is a loss of profit due to a decrease in flour yield. Literary sources [2,3,4] indicates the use of complex criteria for controlling non-stationary processes using intelligent control systems.

The goal of this work is to increase the efficiency of the grain moistening process by developing an automatic control system based on the Bühler MOZL unit.

Automation of grain moistening based on the Siemens Simatic microcontroller is designed for:

- adaptive water dosing taking into account the dynamics of changes in the input characteristics of the raw material;
- stabilization of grain quality indicators before grinding to ensure maximum yield of high-grade flour;
- precise measurement of current grain parameters (initial moisture, actual weight, flow rate) in real time;
- integration into the general SCADA system of the enterprise for visualization, dispatching and maintaining electronic archives of technological events.

The object of the study is the control system for grain moistening treatment with the Bühler MOZL moistener at the stage of preparation for grinding.

The subject of the study is methods, models and technical means of automation grain moisture control.

The control system (Fig. 1) has three levels. The first level is sensors and actuators – a grain moisture sensor at the moistener output and a solenoid valve that regulates the amount of water supply. The second level is a programmable logic controller Siemens Simatic S7-1200. It acquires and processes data from the moisture sensor in real time, implements control action – generates an output signal for the solenoid valve. This level also provides the transfer of technological parameters to the upper control level via the Ethernet protocol. The third level is represented by an automated operator's workplace.

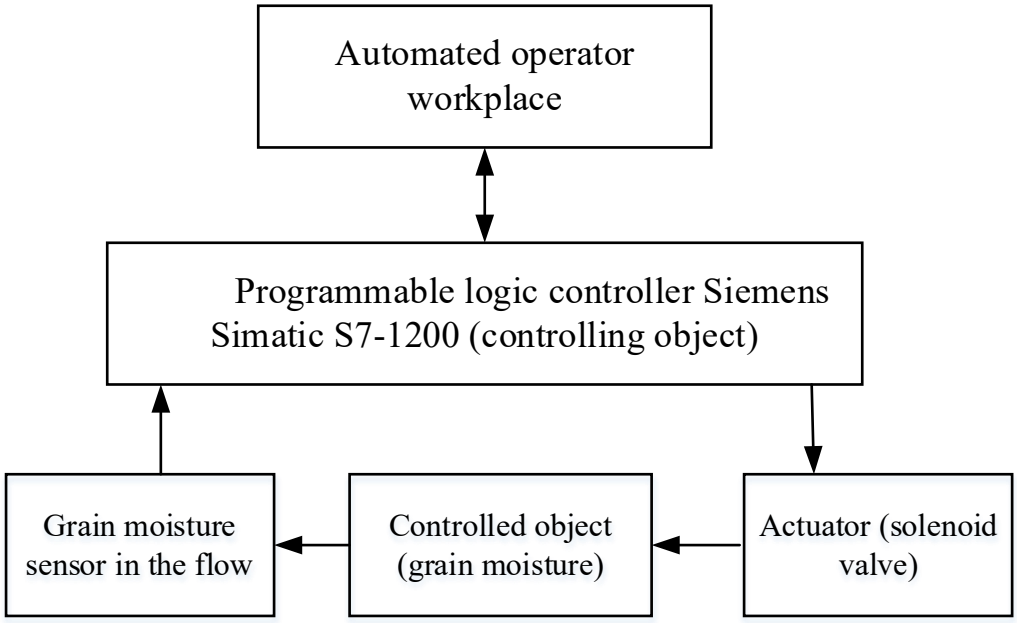


Figure 1 – Data acquisition and processing structure of grain moistening control system

It is designed for remote monitoring of the grain moistening process, displaying current moisture values in the form of graphs and mnemonics, archiving data, and possible operational intervention in the control system operation.

References

1. Vortex moistener. Bühler Group. URL: https://www.buhlergroup.com/global/ru/ products/turbolizer_dampener.html (date of access: 16.04.2026).

2. Syrotkina O., Alekseyev M., Aleksieiev O. Evaluation to determine the efficiency for the diagnosis search formation method of failures in automated systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, no. 9 (88). P. 59–68. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108454 (date of access: 16.04.2026).

3. Development of an intelligent system for the prognostication of energy produced by photovoltaic cells in smart grid systems / A. Kupin et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5, no. 8 (89). P. 4–9. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112278 (date of access: 16.04.2026).

4. Zaslavsky O., Tkachov V., Sosnin K. Improving the efficiency of electrical energy distribution with decentralized electric heating control based on nash equilibrium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 5, no. 8 (107). P. 17–23. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213492 (date of access: 16.04.2026).

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ КОНТРОЛЮ ОПОРУ ЗАЗЕМЛЕННЯ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сотников Павло Павлович, група 152-22-1
***Науковий керівник:* доц.: Карпенко Олег Вікторович**

Заземлення є ключовим елементом електробезпеки електроустановок. Від його параметрів залежить захист персоналу та надійність обладнання. Основним контрольованим параметром є опір заземлення, який повинен відповідати нормативним значенням. В умовах промислових об’єктів точність вимірювання суттєво знижується через вплив зовнішніх факторів: вологості ґрунту, температури, сторонніх металевих конструкцій. Це призводить до додаткових похибок та зниження достовірності результатів.

Вологість ґрунту - один із найзначущих факторів. Зі збільшенням вологості провідність ґрунту зростає, що призводить до зменшення опору заземлення. При низькій вологості опір може зростати у 2–3 рази, суттєво впливаючи на результати вимірювань (рис. 1).

Температура також впливає на опір, але менш суттєво: підвищення температури призводить до його зменшення (рис. 2).



Рисунок 1 – Залежність опору заземлення від вологості ґрунту

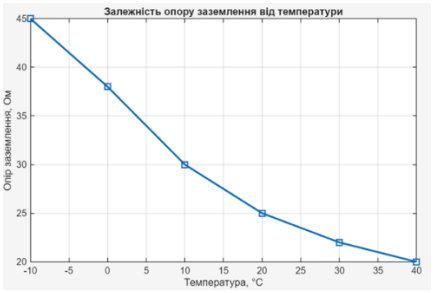


Рисунок 2 – Залежність опору заземлення від температури

Зовнішні фактори мають комплексний вплив на вимірювання і повинні враховуватися при побудові вимірювальних систем. Чотирипровідний метод забезпечує вищу точність, оскільки виключає вплив опору з’єднувальних проводів.

Для підвищення точності розроблено модель, яка враховує вплив зовнішніх факторів і шумів.



Рисунок 3 – Структурна схема вимірювального каналу

Модель включає:
- вхідний сигнал (істинне значення опору);
- вплив зовнішніх факторів;
- шумові складові;
- блок обробки сигналу.

Вихідний сигнал визначається як:

$$Y = f(X, W, N)$$

де: X - істинне значення; W - зовнішні фактори; N - шум.

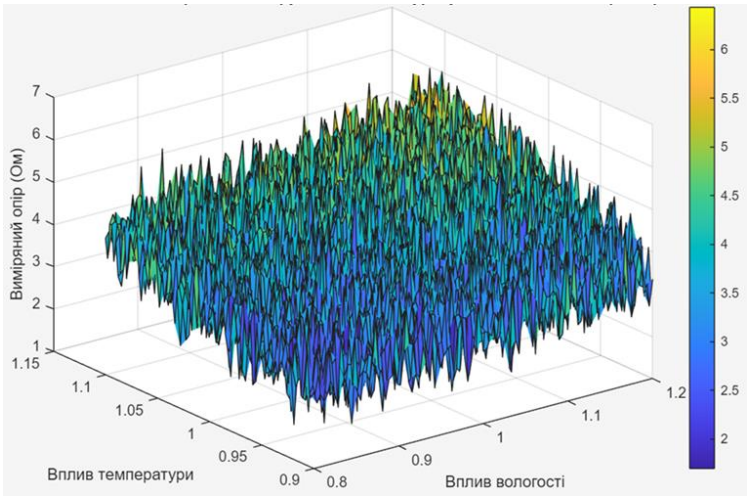


Рисунок 3 – Моделювання вимірювань з урахуванням зовнішніх факторів

Результати моделювання у MATLAB/Simulink показали:
- зменшення похибки вимірювання;
- підвищення стабільності результатів;
- ефективну компенсацію впливу зовнішніх факторів.

Отримані результати можуть бути використані при розробці сучасних систем моніторингу заземлення.

Перелік посилань

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність».
2. ДСТУ EN 61557-5:2013.
3. IEEE Std 80-2013.
4. Сотников П. П. Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра. – Дніпро: НТУ «ДП», 2026.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ РІВНЕМ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ В БІОРЕАКТОРІ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Філоненко Ілля Максимович, група 151-22-1
***Науковий керівник:* доц. Карпенко Олег Вікторович**

Керування біотехнологічними процесами ускладнюється нелінійністю об'єктів та зміною їх параметрів у часі. Критичним параметром є рівень розчиненого кисню pO_2, нестача якого призводить до пригнічення росту біомаси. Метою роботи є розробка системи автоматичного керування, що базується на точній динамічній ідентифікації параметрів масообміну в біореакторі об'ємом 10 м^3, де pO_2 потрібно підтримувати в діапазоні 20–30 % від насичення.

Об'єкт дослідження – біореактор з каскадним регулюванням pO_2 через корекцію обертів мішалки та подачу повітря через витратоміри.

Таблиця 1

Технічні засоби автоматизації

Компонент	Модель	Характеристика
Контролер	ПЛК VIPA 214-2BS33	Час циклу < 1 мс (Profibus DP)
Датчик кисню	Hamilton VisiFerm DO	Оптичний принцип, стійкість до стерилізації
Перетворювач частоти	Danfoss VLT AutomationDrive	Керування двигуном мішалки (0,75 кВт)
Датчик pH	Hamilton EasyFerm	Сумісний з ПЛК через модуль AI

Функціональна схема (рис. 1) передбачає вимірювання pO_2, температури T , тиску P , витрати повітря Q та керування мішалкою та клапанами через ПЛК.

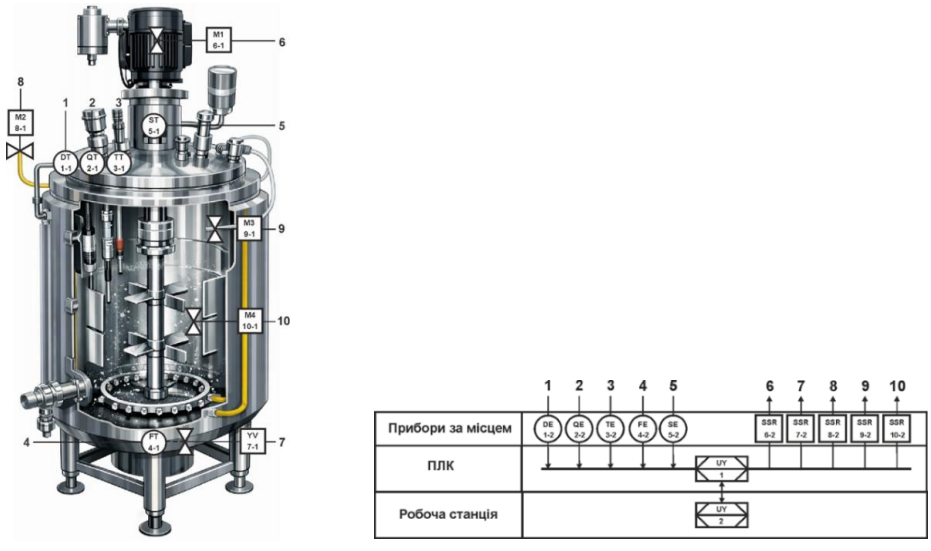


Рисунок 1 – Функціональна схема автоматизації біореактора

Динамічна ідентифікація об’єкта - проблема полягає в нелінійному характері масообміну кисню через динамічну асиметрію: стала часу десатурації: $\tau_{down} = 120$ с, стала часу насичення: $\tau_{up} = 60$ с.

Для компенсації змінних динамічних властивостей системи застосовано інтелектуальні методи керування (NARX). Модель реалізована в Simulink з блоком завад, що імітують нерівномірність споживання кисню біомасою.

Модель динамічного компромісу:

$$T = \frac{T_{up} + T_{down}}{2}, \tau = \frac{\tau_{up} + \tau_{down}}{2}$$

де T_{up}і T_{down} - сталі часу для режимів насичення та десатурації, τ - транспортне запізнення.

Експеримент передбачав порівняння реакції моделі та реального об’єкта на стрибок швидкості мішалки (200 → 300 об/хв), результати наведено на рис. 2.

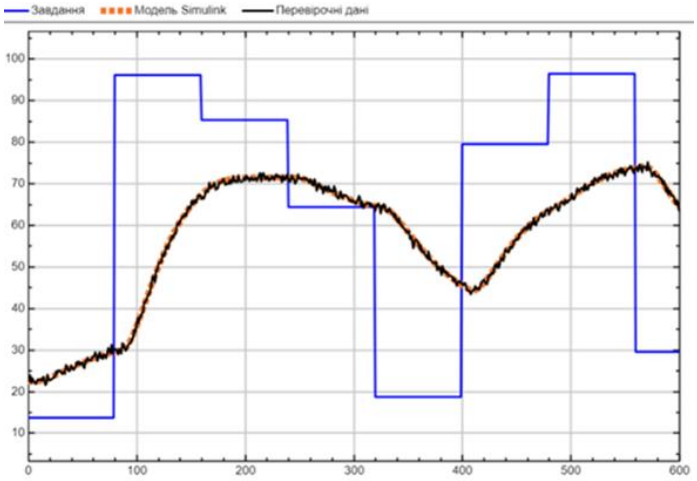


Рисунок 2 – Графіки перехідних процесів: модель та експеримент

Оскільки розрахунковий критерій Фішера значно більше критичне значення Фішера, модель визнана адекватною з імовірністю 95 %.

Розроблена система автоматизації на базі ПЛК VIPA та оптичних сенсорів Hamilton забезпечить високу точність вимірювання pO_2 в умовах піноутворення.

Проведено ідентифікацію динаміки об’єкта, адекватність якої підтверджена статистично.

Отримана модель дозволяє врахувати вплив завад від життєдіяльності мікроорганізмів, що забезпечує зниження енерговитрат на аерацію на 12–15 %.

Перелік посилань

1. Філоненко І.М. Ідентифікація та робастне керування рівнем розчиненого кисню в біореакторі. – Дніпро: НТУ «ДП», 2026.

2. Ljung L. System Identification: Theory for the User. – 1999.

3. Hamilton Bonaduz AG: Optical sensors for DO (офіційна документація).

COSMETICS EMULTIONS TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN CHEMICAL REACTOR

Dnipro University of Technology

Shapoval Ruslan, bachelor student, AR-25sk-1
***Scientific adviser*: Sosnin Kostiantyn PhD, as. prof., department of cyberphisical and information measuring systems**

The relevance of the topic is due to the need to ensure high stability and quality of cosmetic emulsions, which is achieved by implementing a control system based on the Siemens S7-1200 controller, which solves the problem of thermal degradation of active components through precise adherence to temperature schedules, reducing the impact of the human factor. Manual regulation of non-stationary thermal objects with high inertia is ineffective due to the risk of local overheating and low system response speed [1]. The use of triac switching in combination with adaptive PID control contributes to a significant increase in energy efficiency of production by eliminating energy-consuming temperature fluctuations around the set point and limiting the power of electric heaters, which reduces the overall specific energy consumption of the installation [2]. Analysis of literary sources [3,4,5] indicates the use of complex criteria for controlling non-stationary processes using intelligent control systems.

The goal of this work is to improve the quality of temperature control of cosmetic emulsions in a chemical reactor.

The purpose of the work is to develop an automated temperature control system for cosmetic emulsions in a chemical reactor.

The object of the study is the control system for preparing cosmetic emulsions in a chemical reactor, namely the dynamics of heat exchange processes in its working space during heating and cooling of the product.

The subject of the study is methods and models of the automated control system.

The structure (fig. 1) of data acquisition and processing reflects the three-level architecture of the temperature control system for cosmetic emulsions in a chemical reactor. At the top level is the IPPC-6801-WES7 industrial computer, which performs the functions of monitoring, data visualization and interaction with the operator. The control device is the Simatic S7-1200 CPU 1215C programmable logic controller, which implements temperature control of cosmetic emulsions. The controller receives information about the state of the controlled object from the TSM-50 resistance thermal converter. Based on the data received, the programmable logic controller generates a control signal that is sent to the HT-6044.ZD3 triac contactor. This contactor performs fast contactless switching of two electric heaters with a capacity of 5 kW each, which convert electrical energy into thermal energy.

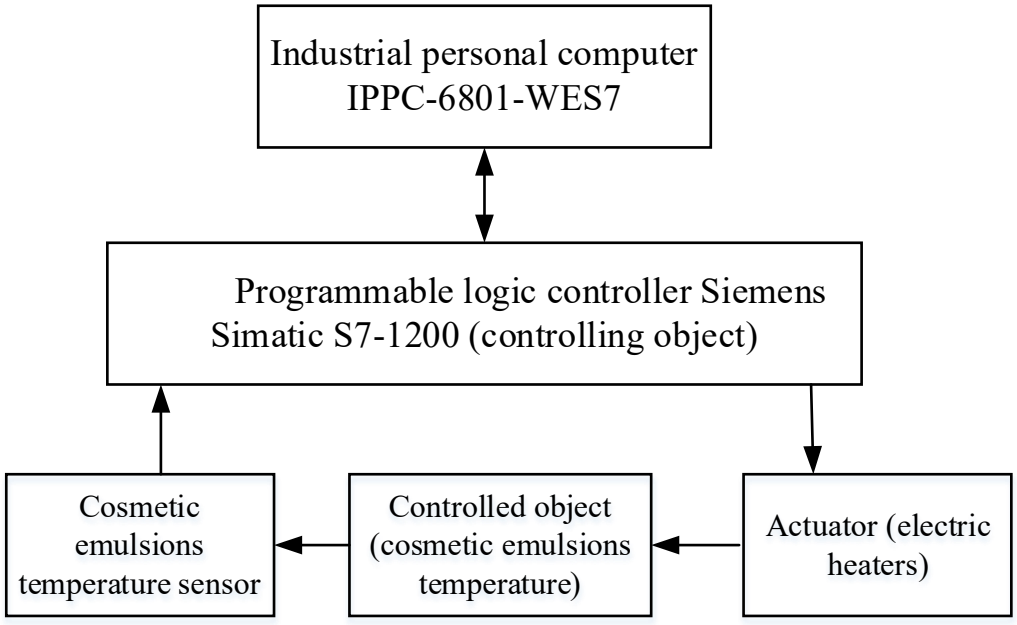


Figure 1 – Data acquisition and processing structure of cosmetic emulsions temperature control system in chemical reactor

The developed system allows maintaining the emulsion temperature at a given level, compensating for external disturbances in the reactor working space.

References

1. Luyben W. L. Process modelling, simulation and control for chemical engineers. Maidenhead : McGraw, 1990. 724 p. (date of access: 16.04.2026)

2. Smith C. A., Corripio A. B. Principles and Practice of Automatic Process Control. John Wiley and Sons Ltd, 1988. 614 p. (date of access: 16.04.2026)

3. Syrotkina O., Alekseyev M., Aleksieiev O. Evaluation to determine the efficiency for the diagnosis search formation method of failures in automated systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, no. 9 (88). P. 59–68. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108454 (date of access: 16.04.2026).

4. Development of an intelligent system for the prognostication of energy produced by photovoltaic cells in smart grid systems / A. Kupin et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5, no. 8 (89). P. 4–9. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112278 (date of access: 16.04.2026).

5. Zaslavsky O., Tkachov V., Sosnin K. Improving the efficiency of electrical energy distribution with decentralized electric heating control based on nash equilibrium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 5, no. 8 (107). P. 17–23. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213492 (date of access: 16.04.2026).

AUTOMATION OF GRAIN HEATING PROCESS IN SUKUP MODULAR DRYER

Dnipro University of Technology

Shvets Kostiantyn, bachelor student, AR-25sk-1
***Scientific adviser*: Sosnin Kostiantyn PhD, as. prof., department of cyberphisical and information measuring systems**

In the modern agro-industrial complex, special attention is paid to preserving the quality of grain after harvesting. One of the most important stages of post-harvest processing is grain drying. Grain drying is necessary to reduce its moisture content to a safe level of 14-15%, which stops the development of mold, fungi and pests, prevents self-heating and spoilage of the crop during long-term storage. This is a critical stage that ensures product quality, preserves its nutritional value and increases profitability[1]. The design of the dryer provides for continuous movement of grain through heating and cooling zones, which ensures uniform drying and preservation of product quality. Analysis of literary sources [2,3,4] indicates the use of complex criteria for controlling non-stationary processes using intelligent control systems.

The goal of the work is to improve the quality of grain temperature control in a grain dryer.

Purpose of the work: development of an automated grain temperature control system in a grain dryer, a modular grain dryer Sukup.

Object of the research – grain heating control system in a modular grain dryer Sukup.

Subject of the research: methods and models of an automated control system.

A structure (fig.1) of the data acquisition and processing system for the grain heating process control system in a modular grain dryer Sukup based on the SIEMENS SIMATIC S7-1200 controller has been developed. The main element of the system is an industrial controller, which performs the functions of collecting, processing and analyzing signals from sensors, and also generates control signals for actuators. A grain temperature sensor in a grain dryer is connected to the controller input, which measures the grain temperature in the drying zone in real time and transmits information to the control system.

The controlled object is the temperature of the grain in the dryer, which must be maintained within the specified technological limits to ensure high-quality drying without overheating and damage to the grain mass. The actuator of the system is a burner, which provides heating of the air supplied to the drying chamber.

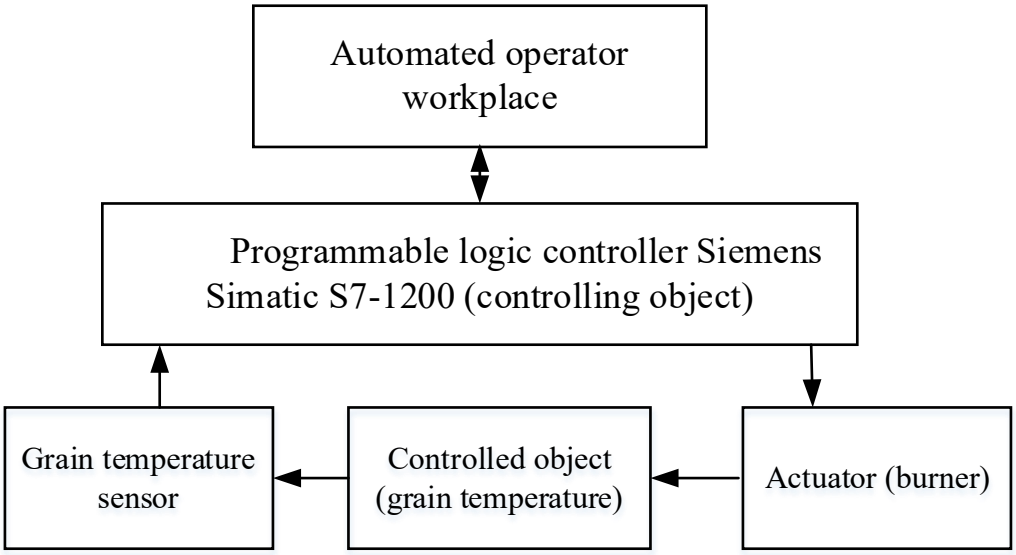


Figure 1 – Data acquisition and processing structure of grain temperature control system in modular dryer Sukup

The controller, having received a signal from the grain temperature sensor, compares it with the set value and gives the appropriate command to regulate the burner operation.

References

1. Gaponyuk I., Gaponyuk O. Innovative solution for modular dryer. *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2022. Vol. 21, no. 4. P. 4–9. URL: https://doi.org/10.15673/gpmf.v21i4.2234 (date of access: 16.04.2026).

2. Syrotkina O., Alekseyev M., Aleksieiev O. Evaluation to determine the efficiency for the diagnosis search formation method of failures in automated systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, no. 9 (88). P. 59–68. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108454 (date of access: 16.04.2026).

3. Development of an intelligent system for the prognostication of energy produced by photovoltaic cells in smart grid systems / A. Kupin et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5, no. 8 (89). P. 4–9. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112278 (date of access: 16.04.2026).

4. Zaslavsky O., Tkachov V., Sosnin K. Improving the efficiency of electrical energy distribution with decentralized electric heating control based on nash equilibrium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 5, no. 8 (107). P. 17–23. URL: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.213492 (date of access: 16.04.2026).

ЕКОНОМІКА І УПРАВЛІННЯ

РОЛЬ ОБОРОТНИХ ЗАСОБІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Агутенков Роман Леонідович, група 073-24-1
***Науковий керівник*: д.е.н., проф. Трифонова Олена Василівна**

Оборотні засоби (оборотний капітал) є невід'ємним елементом діяльності будь-якої комерційної організації. Лисак О.І. розглядає оборотні засоби як «засоби виробництва, що беруть участь тільки в одному виробничому циклі, під час якого переносять цілком свою вартість на вартість виготовленої продукції» [1, с. 175].

Ключовою характеристикою оборотних засобів є їхня здатність до безперервного руху, у процесі якого вони послідовно проходять грошову, виробничу та товарну форми, повертаючись до початкового стану. Як зазначає Трифонова О.В. [2, с. 118-119], кругообіг складається з трьох етапів: придбання виробничих запасів, перетворення сировини та матеріалів у готову продукцію в процесі виробництва, а також її реалізація з подальшим отриманням грошових коштів. Тривалість проходження цих стадій значною мірою визначає ефективність використання оборотного капіталу.

Оборотні засоби традиційно поділяють на дві основні групи [2, с. 119-120]: оборотні виробничі фонди (виробничі запаси, незавершене виробництво, витрати майбутніх періодів) і фонди обігу (готова продукція, дебіторська заборгованість, грошові кошти, відвантажена продукція). Таке розмежування дозволяє встановити, на якій стадії кругообігу зосереджена найбільша частка ресурсів, а також визначити резерви для підвищення швидкості їх обороту.

Роль оборотних засобів у діяльності комерційної організації є надзвичайно значущою. Вони, як зазначає Коваленко О.В. [3, с. 203-204], забезпечують безперервність виробничо-господарського процесу, своєчасне виконання зобов'язань перед партнерами та підтримання фінансової стабільності. До того ж управління оборотним капіталом має велике значення для інвесторів, а також може суттєво вплинути на економіку в цілому.

Для кількісної оцінки ефективності використання оборотних засобів застосовується система показників оборотності, які характеризують інтенсивність їхнього кругообігу. Основними показниками є коефіцієнт оборотності оборотних активів, тривалість одного обороту та коефіцієнт завантаження оборотних засобів. Чим вищими є ці показники, тим ефективніше використовуються оборотні засоби.

Також варто звернути увагу ще на один економічний показник, який широко використовують іноземні компанії під час визначення ефективності управління оборотним капіталом та, загалом, діяльності компанії та котрий характеризує тривалість циклу грошової конверсії (скорочено «CCC», від англ. поняття «Cash Conversion Cycle»). Цей показник розраховується за формулою [4]

$$CCC = DIO + DSO - DPO, \qquad (1)$$

де *DIO* (Days Inventory Outstanding) – середній період зберігання запасів, дні; *DSO* (Days Sales Outstanding) – середній період інкасації дебіторської заборгованості, дні; *DPO* (Days Payables Outstanding) – середній період оплати кредиторської заборгованості, дні.

Так, Х. Кіймаз, С. Хак та А. А. Чоудхурі у своєму дослідженні [5] аналізують вплив управління оборотним капіталом на організаційну ефективність шляхом порівняння результатів вивчення вибірки розвинених країн (Австралія, Франція, Німеччина, Канада, Японія, США та Велика Британія) та країн, що розвиваються (Бангладеш, Індія, Пакистан, Росія та Туреччина). Зокрема, дослідники виявили статистично значущі відмінності та подібності між цими двома групами країн щодо ефективності управління оборотним капіталом та специфічних для компаній і країн змінних: цикл грошової конверсії (*CCC*) є важливим фактором, що визначає ефективність діяльності компаній як для розвинених, так і для країн, що розвиваються; довший цикл грошової конверсії пов’язаний з нижчою ефективністю компаній. У той же час, показник *CCC* значно вищий для країн, що розвиваються, ніж для розвинених. Аналогічно, показники *DSO* та *DIO* значно вищі для країн, що розвиваються, тоді як показник *DPO* відсутній. У розвинених країнах лише складова *DIO* має статистично значущий прямий вплив на ефективність діяльності компаній, тоді як для країн, що розвиваються, всі компоненти *CCC* мають статистично значущий вплив. При цьому додавання до аналізу макроекономічних і специфічних для компаній змінних не змінює силу впливу ефективності управління оборотним капіталом на ефективність діяльності компанії в цілому.

Проаналізувавши вищенаведений матеріал, можна дійти до однозначного висновку, що прискорення оборотності оборотних засобів – це одне з ключових завдань управління ефективністю комерційної організації, як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються, оскільки воно безпосередньо впливає на весь ланцюжок узагальнювальних показників діяльності комерційної організації. Як пише О.В. Трифонова, «прискорення оборотності зумовлює збільшення обсягу виробництва та реалізації продукції на кожну грошову одиницю поточних витрат організації та вивільнення частини коштів, завдяки чому утворюється додатковий резерв для розширення виробництва продукції (виконання робіт, надання послуг)» [2, с. 125-126].

Іванілов О.С. [6, с. 289] зазначає, що заходи з прискорення оборотності оборотних засобів (наприклад: раціональне використання виробничих запасів, упровадження новітньої техніки та технологій, удосконалення логістики та збутової діяльності тощо) доцільно систематизувати за стадіями їхнього кругообігу. Але вибір конкретних заходів залежить від галузевих особливостей компанії, стадії розвитку, наявних ресурсів та стратегічних пріоритетів менеджменту.

Отже, управління оборотним капіталом має вирішальне значення для фінансового здоров'я та операційної ефективності компанії. Воно включає управління короткостроковими активами та зобов'язаннями компанії для забезпечення безперебійної щоденної діяльності. Компанії мають мати належну політику щодо оборотного капіталу, включаючи оптимізацію операційного капіталу та управління запасами, дебіторською та кредиторською заборгованостями. Ефек-

тивне управління в цих сферах скорочує тривалість обороту оборотних засобів, підвищуючи загальну ефективність діяльності організацій будь якої країни, при цьому не потребуючи додаткового залучення фінансових ресурсів, але дозволяючи суттєво покращити фінансові результати господарювання.

Перелік посилань

1. Лисак Л.О. Економіка підприємства : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Мелітополь : Люкс, 2020. 272 с. URL: http://elibrary.collegesnau.com/економіка-підприємства-л-о-лисак/.

2. Трифонова О.В. Економічні основи управління організацією : навч. посібник. Дніпро : НТУ «ДП», 2018. 171 с. URL: https://surl.lt/nkdpra.

3. Коваленко О.В. Формування і використання оборотного капіталу підприємства: пошук шляхів підвищення ефективності. *Причорноморські економічні студії*. 2019. Вип. 41. С. 203-208. URL: https://bses.in.ua/journals/2019/41_2019/40.pdf.

4. Cash Conversion Cycle : Corporate Finance Institute. URL: https://corporatefinanceinstitute.com/resources/accounting/cash-conversion-cycle/.

5. Кіймаз Х., Хак С., Чоудхурі А.А. Working capital management and firm performance: A comparative analysis of developed and emerging economies. *Borsa Istanbul Review*. 2024. Вип. 24. С. 634–642. URL: https://doi.org/10.1016/j.bir.2024.03.004.

6. Іванілов О.С. Економіка підприємства: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] Київ : Центр учбової літератури, 2009. 728 с. URL: https://lnk.ua/KoJXjH2MJ.

ОПТИМІЗАЦІЯ КАНАЛІВ РОЗПОДІЛУ ПРОДУКЦІЇ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бекетова Маргарита Олександрівна, група 073-24-1
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Трифонова Олена Василівна**

У сучасних бізнес-реаліях створити якісний продукт – це лише половина успіху, адже не менш важливо правильно організувати його шлях до кінцевого споживача. Саме від того, як підприємство побудує канал розподілу, значною мірою залежать швидкість продажів, доступність товару для покупця, рівень витрат на збут і, зрештою, загальні економічні результати діяльності компанії. Якщо система розподілу побудована невдало, навіть конкурентоспроможний товар може реалізовуватися повільно, із зайвими витратами та втратами для підприємства. Як підкреслюють Корман І.І., Семенда О.В. та Осадчук Н.В. [1], залучення посередників дозволяє вибудувати більш ефективну систему збуту та водночас збалансувати товарні запаси. Це особливо важливо для комерційних організацій, які працюють в умовах конкуренції та повинні швидко реагувати на потреби ринку. Розвиваючи цю думку, зазначені автори наголошують, що управління каналами розподілу – це не просто організація руху товару, а комплексне планування всієї збутової системи. Отже, канал розподілу є не допоміжним елементом, а важливою складовою діяльності підприємства, через яку воно реалізує продукцію, підтримує зв'язок із клієнтами та контролює власну присутність на ринку.

Залежно від обраної стратегії, Дядін А.С., Ткаченко С.О. [2, с. 65] виділяють прямі, непрямі та змішані канали розподілу. Прямі канали передбачають продаж товарів без участі посередників, непрямі – за участю одного або кількох партнерів, а змішані поєднують обидва підходи. Таке розмаїття дозволяє підприємству адаптувати систему збуту до особливостей продукції, ринку та поведінки споживачів. Проте для правильного вибору недостатньо визначити лише тип каналу – важливо також розуміти, як саме він побудований усередині. Біловодська О.А. [3, с. 328] пропонує класифікувати маркетингові канали, зокрема, за довжиною і шириною, тобто за кількістю ланок, через які проходить товар, і кількістю учасників на кожному рівні. Це має практичне значення, адже від довжини каналу залежить швидкість просування товару до споживача, а від його ширини – охоплення ринку та інтенсивність збуту. Крім того, авторка [3] наголошує на важливості розмежування понять структури та системи каналу: якщо структура показує склад учасників, то система описує характер їхніх зав'язків, взаємодії та підпорядкованості. Саме тому головне завдання підприємства полягає не у формальному скороченні посередників заради економії, а в пошуку такої моделі розподілу, яка буде найбільш зручною, керованою та економічно доцільною саме для нього.

Бездоганно спроєктований канал розподілу не зможе працювати достатньо ефективно без належної логістичної підтримки. Аулін В.В., Тищенко С.Ю.

та Гриньків А.В. [4, с. 270-271] зазначають, що результативність збуту безпосередньо пов'язана з якістю складських операцій, рівнем управління запасами та оперативністю доставки продукції. Іншими словами, навіть добре продумана система збуту не дасть очікуваного результату, якщо підприємство не може забезпечити швидке переміщення товару, його зберігання та своєчасне постачання споживачам. Також згадані автори звертають увагу на сучасні тенденції розвитку логістики, серед яких автоматизація, цифровізація, розвиток електронної комерції та омніканальності. Це означає, що сьогодні ефективність каналу розподілу все більше залежить від того, наскільки підприємство використовує сучасні технології у своїй логістичній діяльності. Вплив інновацій на цю сферу постійно зростає.

Корман І.І., Семенда О.В. та Мазур Ю.П. [5] відзначають, що цифровізація змінює управління логістикою та каналами розподілу, скорочуючи традиційні ланки збуту і підсилюючи роль маркетплейсів. Вони підкреслюють, що цифрові інструменти роблять товаропотоки більш прозорими, логістичні операції швидшими й точнішими, а прогнозування попиту – більш обґрунтованим.

Окремим чинником ефективності каналів розподілу є розвиток логістичної інфраструктури, без якої сучасний вони не можуть функціонувати повною мірою. За дослідженням Варченко О.М., Варченко О.О. та Вернюк Н.О. [6, с. 87], сучасні розподільчі центри дають можливість скоротити час доставки, більш раціонально формувати партії продукції, а також ефективно здійснювати сортування, пакування та інші операції, пов'язані з підготовкою товару до продажу. Це особливо важливо для підприємств, які працюють із великими потоками продукції або мають складну мережу постачання.

Усі ці зміни та рішення потребують не лише впровадження, а й подальшої оцінки їхнього впливу на ефективність каналів розподілу. Дядін А.С. та Ткаченко С.О. [2, с. 69] наголошують, що ефективність каналів розподілу доцільно вимірювати конкретними показниками, такими як витрати на збут, оборотність запасів, обсяг реалізації, прибуток від реалізації та рентабельність продажів. Саме ці показники дозволяють зрозуміти, наскільки вдало підприємство організувало свою збутову діяльність і чи справді обрана стратегія розподілу дає позитивний економічний результат.

Отже, оптимізація каналів розподілу є важливим фактором підвищення економічної ефективності діяльності комерційної організації. Вона поєднує в собі належну організацію продажів, ретельну побудову самого каналу, ефективну взаємодію між його учасниками, якісне логістичне забезпечення та використання сучасних цифрових рішень. Корман І.І., Семенда О.В. та Осадчук Н.В. [1] підкреслюють значення правильної організації збуту, Біловодська О.А. [3] звертає увагу на архітектуру взаємодій між учасниками каналу, а Корман І.І., Семенда О.В. та Мазур Ю.П. [5] демонструють роль цифрових інструментів у підвищенні ефективності логістики й розподілу. Отже, раціональний підхід до побудови каналів розподілу дозволяє знижувати витрати на збут, прискорювати реалізацію продукції, підвищувати доступність товару для кінцевого споживача та покращувати економічну ефективність діяльності підприємства.

Перелік посилань

1. Корман І. І., Семенда О. В., Осадчук Н. В. Маркетингове дослідження каналів розподілу. *Економіка та суспільство*. 2021. № 29. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/566/542/.

2. Дядін А. С., Ткаченко С. О. Канали розподілу товарів як фактор розвитку сфери обігу. *Соціальна економіка*. 2020. Вип. 59. С. 65–72. URL: https://surl.li/cqdgpj.

3. Біловодська О. А. Теоретико-методологічне обґрунтування формування маркетингових каналів з позицій інноватики. *Інновації і маркетинг – рушійні сили економічного розвитку* : монографія / за ред. С. М. Ілляшенка. Суми : ТОВ «Друкарський дім «Папірус», 2012. С. 324–341. URL: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi46/0037231.pdf.

4. Аулін В. В., Тищенко С. Ю., Гриньків А. В. Інноваційні рішення в складській логістиці. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2024. Вип. 10(41). Ч. І. С. 270–285. URL: https://surl.li/janerb.

5. Корман І. І., Семенда О. В., Мазур Ю. П. Вплив цифрових технологій на управління каналами розподілу та логістику в умовах глобальної економіки. *Економіка та суспільство*. 2025. № 71. URL: https://surl.li/fzmywy.

6. Варченко О. М., Варченко О. О., Вернюк Н. О. Логістичні розподільчі центри як інструмент залучення дрібних сільськогосподарських виробників у агропродовольчі ланцюги постачання. *Економіка та управління АПК*. 2022. № 2. С. 87–97. URL: https://surl.li/grhweu.

УПРАВЛІННЯ АСОРТИМЕНТНОЮ ПОЛІТИКОЮ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ НА ОСНОВІ ABC- ТА XYZ-АНАЛІЗУ

Волинський національний університет ім. Лесі Українки

Бондарець Ангеліна Романівна, група Мен-34
***Науковий керівник:* зав. каф., доц. Хомюк Наталія Леонідівна**

Сучасний етап розвитку глобального інформаційного суспільства характеризується докорінною трансформацією традиційних моделей торгівлі. Електронна комерція стала не просто додатковим каналом збуту, а самостійною екосистемою з високим рівнем конкуренції та специфічними вимогами до логістики. Однією з найскладніших проблем для менеджменту інтернет-магазину є формування оптимальної асортиментної політики. В умовах цифрової торгівлі необмежена віртуальна вітрина формує уявлення про доцільність нескінченного розширення асортименту, проте фізичні обмеження складських потужностей та дефіцит обігових коштів вимагають визначення жорстких пріоритетів товарних одиниць. У цьому контексті інтегроване використання методів ABC- та XYZ-аналізу виступає фундаментом для побудови ефективної системи управління запасами та маркетинговими витратами.

В основі ABC-аналізу лежить ідея нерівномірності внеску окремих елементів у загальний результат, відома як принцип Парето. У застосуванні до асортиментної політики, цей аналіз дозволяє ранжувати товарні одиниці за критерієм їхньої фінансової значущості для підприємства. Група А представляє стратегічний актив. Ця група охоплює обмежену кількість позицій, зазвичай 10–20 % асортименту, які забезпечують близько 80 % сукупного доходу. Будь-яка помилка в управлінні цією групою – відсутність товару на складі або зниження якості контенту в картці товару – призводить до критичних втрат прибутку. Група В є перехідною категорією близько 30 % асортименту та 15 % доходу. Товари цієї групи забезпечують стабільність асортименту та забезпечують додатковий обіг, вимагаючи помірного контролю. Група С формує 50–60 % позицій, що дають лише 5 % доходу. Попри низьку рентабельність, ці товари часто необхідні для формування іміджу магазину з повним асортиментом, проте вони вимагають найбільших питомих витрат на адміністрування [1].

Якщо ABC-аналіз відповідає на питання щодо фінансової цінності, то XYZ-аналіз дозволяє оцінити характер споживчої поведінки та ступінь прогнозованості продажів. Основним аналітичним показником тут виступає коефіцієнт варіації попиту, що дозволяє розділити товари на три категорії за рівнем стабільності. Категорія X характеризується стабільним попитом із незначними відхиленнями. Це дозволяє використовувати автоматизовані алгоритми закупівлі товару. Категорія Y включає товари з вираженими тенденціями, такими як сезонність або чутливість до маркетингових акцій. Найбільш ризикованою є категорія Z, де попит є випадковим, а прогнозування практично неможливе.

У цифровому середовищі XYZ-аналіз набуває особливого значення, оскільки дозволяє диференціювати логістичні витрати залежно від швидкості оборотності кожної одиниці товару.

Впровадження XYZ-аналізу в систему категорійного менеджменту інтернет-магазину дозволяє трансформувати підхід до формування товарної матриці, розглядаючи кожну категорію як окремий напрям діяльності. На відміну від традиційного ритейлу, цифрова торгівля дозволяє використовувати динамічні дані для розрахунку стабільності попиту, що мінімізує ризики замороження обігових коштів у неліквідних запасах [2].

Застосування XYZ-методології в електронній комерції дозволяє реалізувати наступні стратегічні завдання:

1. Диференціація логістичних стратегій. Для товарів категорії X (стабільний попит) встановлюється стратегія максимальної доступності з автоматичним поповненням запасів. Це гарантує лояльність клієнтів через відсутність відмов у замовленнях. Для категорії Y (мінливий попит) розрахунок страхового запасу базується на амплітуді коливань, що дозволяє нівелювати пікові навантаження без надмірного затоварення складу [2].

2. Мінімізація ризиків для групи Z. Товари з непередбачуваним попитом потребують особливого режиму контролю. Найбільш ефективним рішенням для онлайн-ритейлу є переведення таких позицій на модель дропшипінгу або роботу «під замовлення». Це дозволяє інтернет-магазину зберігати широту асортименту без реальних фінансових витрат на утримання запасів [2].

3. Очищення даних від маркетингового «шуму». Специфікою категорійного менеджменту в e-commerce є необхідність відокремлення органічного попиту від сплесків, спричинених таргетованою рекламою або акційними розпродажами. Категорійний менеджер повинен проводити декомпозицію статистики, щоб уникнути помилкового зарахування акційних товарів до стабільної групи X, що в майбутньому могло б призвести до формування надлишкових залишків після завершення промо-кампанії [2].

Для досягнення максимальної ефективності управління асортиментом інтернет-магазину недостатньо використовувати методи аналізу окремо. Лише інтегроване застосування ABC- та XYZ-аналізу дозволяє сформувати об’єктивну матрицю прийняття управлінських рішень. Такий підхід базується на створенні суміщеної моделі, де кожна товарна позиція класифікується одночасно за її внеском у прибуток та ступенем стабільності споживання [1].

Стратегічне групування асортименту за суміщеною матрицею:

- Групи AX та BX (Висока прибутковість, стабільний попит). Ці товари складають основу життєдіяльності підприємства. Основна стратегія для них – забезпечення постійної наявності через жорсткий контроль залишків. Будь-яка відсутність товару цієї групи в онлайн-каталозі призводить до прямих втрат доходу та зниження лояльності покупців. Рекомендовано використовувати автоматизовані системи замовлення для підтримки оптимального рівня запасів.

- Групи AY та BY (Висока прибутковість, мінливий попит). Сюди зазвичай потрапляють сезонні товари або позиції, що залежать від маркетингових акцій. Управління цією групою вимагає створення страхових запасів. Головне завдання менеджменту – прогнозування сплесків попиту на основі ретроспективних даних та актуальних ринкових трендів.

- Групи AZ та BZ (Висока прибутковість, непередбачуваний попит). Найбільш складна зона для управління. Висока вартість цих товарів у поєднанні з низькою прогнозованістю створює ризик «заморожування» обігового капіталу. Найбільш раціональним підходом для інтернет-магазину є робота за моделлю «під замовлення» або утримання мінімальної кількості одиниць для забезпечення візуальної присутності в асортименті.

- Групи CX та CY (Низька прибутковість, стабільний попит). Це супутні товари та аксесуари. Стратегія управління ними полягає в мінімізації адміністративних витрат. Замовлення таких позицій варто робити великими партіями з великим інтервалом часу, що дозволяє оптимізувати транспортні та складські витрати.

- Група CZ (Низька прибутковість, непередбачуваний попит). Низькоефективна частина асортименту. Ці товари часто є кандидатами на виведення з обороту. Проте в умовах e-commerce для збереження широти вибору їх доцільно реалізовувати через систему дропшипінгу, коли товар відвантажується безпосередньо зі складу постачальника, не обтяжуючи логістичну систему самого інтернет-магазину.

Використання такої інтегрованої моделі дозволяє підприємству не лише оптимізувати структуру складських запасів, а й суттєво підвищити швидкість оборотності активів, що є критично важливим у динамічному цифровому середовищі.

Отже, інтегроване застосування ABC- та XYZ-аналізу є критично важливим для забезпечення фінансової стійкості та логістичної ефективності інтернет-магазину. Використання суміщеної матриці дозволяє менеджменту диференціювати стратегії управління запасами: від повної автоматизації закупівель для стабільних високоприбуткових груп до переведення ризикових позицій на модель дропшипінгу. Такий підхід мінімізує обсяги неліквідних залишків, оптимізує витрати на адміністрування та підвищує швидкість оборотності активів у динамічному середовищі електронної комерції.

Перелік посилань

1. Галушка О. С., Маргіта Н. О. Теоретичні аспекти ABC-аналізу як інструменту управління товарними запасами підприємства. *Економіка та суспільство*. 2017. Вип. 13. С. 586–590. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/13_ukr/100.pdf.

2. Що таке XYZ-аналіз: як і для чого його проводити в категорійному менеджменті. *Pricer24*. URL: https://pricer24.com/uk/blog/shho-take-xyz-analiz-yak-i-dlya-chogo-jogo-provoditi-v-kategorijnomu-menedzhmenti/ (дата звернення: 30.03.2026).

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ПЕРСОНАЛУ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Величай Марія Сергіївна, група 073-24-1
***Науковий керівник*: д.е.н., проф. Трифонова О.В.**

Підвищення продуктивності праці персоналу є одним із ключових чинників забезпечення економічної ефективності діяльності комерційних організацій. У сучасних умовах розвитку економіки, що супроводжуються посиленням конкуренції та цифровізацією бізнес-процесів, ефективне управління людськими ресурсами набуває стратегічного значення. Саме тому особливої уваги потребує аналіз чинників, що безпосередньо впливають на рівень продуктивності праці.

Значний вплив на продуктивність праці мають економічні та техніко-технологічні чинники. За дослідженнями О. Петращак [1, с. 144-145], ефективна система оплати праці та преміювання, що базується на принципах справедливості та прозорості, підвищує зацікавленість працівників у результатах своєї діяльності. Водночас впровадження сучасних технологій і автоматизація виробничих процесів дозволяють скоротити витрати часу, зменшити навантаження на персонал і підвищити якість виконання робіт. Таким чином, поєднання економічних стимулів і технологічних рішень формує основу зростання продуктивності праці.

Розвиваючи зазначене, слід підкреслити, що підвищення продуктивності має не лише операційне, а й фінансово-економічне значення для підприємства. Як підкреслюють І. Маковецька, В. Коровін та М. Ставринов [2, с. 2-3], підвищення продуктивності праці безпосередньо впливає на фінансові результати підприємства. Зростання виробітку на одного працівника сприяє збільшенню обсягів виробництва або реалізації продукції без додаткового зростання витрат, що забезпечує підвищення прибутковості, рентабельності та фінансової стійкості організації.

Водночас досягнення таких результатів неможливе без належного рівня мотивації персоналу. Р. Ільєнко та Д. Губенко [3, с. 61-62] наголошують, що ефективна система стимулювання повинна базуватися на принципах справедливості, прозорості, системності та орієнтації на результат. Важливим є також індивідуальний підхід до працівників, який дозволяє враховувати їхні потреби та підвищувати рівень залученості до трудового процесу.

У цьому контексті особливого значення набуває комплексний підхід до управління персоналом. Важливою умовою зростання продуктивності праці є застосування системного підходу до управління персоналом, який передбачає поєднання планування, оцінювання результатів діяльності, навчання та розвитку працівників. Це дозволяє виявляти резерви підвищення продуктивності та забезпечувати ефективність управлінських рішень [3, с. 61-62].

Подальший розвиток зазначених підходів пов'язаний із впровадженням сучасних інноваційних рішень у сфері управління персоналом. Сучасні тенденції розвитку управління персоналом пов'язані з активним впровадженням інноваційних технологій. У цьому контексті важливим є дослідження А. Ваніна [4, с. 4], який розглядає підвищення ефективності управління людськими ресурсами в IT-компаніях на основі інновацій. Автор зазначає, що використання сучасних інструментів рекрутингу, зокрема відеоінтерв'ю, автоматизованих систем відбору кандидатів (ATS), аналізу цифрового сліду та онлайн-комунікацій, дозволяє суттєво підвищити ефективність процесу підбору персоналу. Крім того, у дослідженні підкреслюється значення нових форм організації праці, зокрема гіг-економіки та концепції гнучкого штату, які забезпечують адаптивність підприємств і більш ефективне використання трудових ресурсів. Важливим інструментом підвищення продуктивності є також гейміфікація, яка сприяє зростанню мотивації та залученості працівників [4].

Окрему роль відіграє впровадження HRM-систем, що забезпечують автоматизацію кадрових процесів, управління рекрутингом та аналітику. Використання таких систем дозволяє оптимізувати управління персоналом і підвищити якість прийняття управлінських рішень [4, с. 4].

У висновку можна зазначити, що підвищення продуктивності праці персоналу виступає вагомим чинником зростання економічної ефективності діяльності комерційної організації. Збільшення виробітку на одного працівника, раціональне використання робочого часу та підвищення якості виконання робіт забезпечують зниження витрат на одиницю продукції та зростання фінансових результатів підприємства. Таким чином, ефективне управління продуктивністю праці сприяє підвищенню прибутковості, конкурентоспроможності та забезпечує умови для сталого розвитку організації.

Перелік посилань

1. Петращак О. Застосування організаційних та економічних факторів підвищення продуктивності праці у практичній діяльності підприємств регіону. *Фінансовий простір*. 2011. (3 (3). С. 139-146. URL: https://fp.lnu.edu.ua/index.php/fp/article/view/68/63 (дата звернення: 13.04.2026).

2. Маковецька І. М., Коровін В. О., Ставринов М. Р. Підвищення економічної ефективності діяльності підприємства за рахунок удосконалення системи управління персоналом. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2023. 3(42). С. 71-76. URL: https://journals.dut.edu.ua/index.php/emb/article/view/2860/2762.

3. Ільєнко Р, Губенко Д. Вплив мотивації персоналу на підвищення рівня продуктивності праці. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2016. № 1. С. 58-62. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ppeu_2016_1_10.

Ванін А. Підвищення ефективності управління людськими ресурсами в компаніях IT-сектору України на основі інновацій. *Економіка та суспільство*. 2024. (68). С. 1-9. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-68-67.

ОСОБЛИВОСТІ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПОСИЛЕННЯ КОНКУРЕНЦІЇ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Веремчук Артем Олегович, група Мен-44
***Науковий керівник:* зав. каф., д.е.н., доц. Хомюк Наталія Леонідівна**

Стратегічне управління підприємством є основним інструментом забезпечення його довгострокової конкурентоспроможності в умовах динамічного та нестабільного ринкового середовища. Посилення конкуренції, зумовлене глобалізаційними процесами, цифровою трансформацією, скороченням життєвих циклів продукції та зростанням вимог споживачів, вимагає від підприємств перегляду традиційних підходів до формування та реалізації стратегії. У сучасних умовах стратегічне управління виходить за межі формального стратегічного планування і трансформується у безперервний процес адаптації, навчання та інноваційного розвитку.

У сьогоденні стратегічне управління трансформується у фундамент життєздатності бізнесу. Його сутність полягає у безперервному процесі формування та реалізації стратегічних рішень, що базуються на зіставленні внутрішнього потенціалу підприємства з викликами зовнішнього середовища [1]. Важливо зауважити, що сучасна стратегія – це не жорсткий алгоритм дій, а живий механізм, який дозволяє вчасно виявляти «стратегічне вікно» – короткочасний період збігу можливостей ринку та ресурсів організації.

На сучасному етапі розвитку економіки стратегічний менеджмент орієнтований на створення унікальних конкурентних переваг, які важко копіювати в короткостроковій перспективі. Посилення конкуренції вимагає від керівництва відмови від статичного планування на користь динамічних моделей. Конкурентний тиск з боку глобальних гравців та локальних стартапів змушує підприємства переглядати свої стратегічні пріоритети, зміщуючи акцент з цінової конкуренції на інноваційність та клієнтоорієнтованість. Для аналізу таких загроз традиційно використовується модель п’яти сил М. Портера, яка дозволяє ідентифікувати критичні точки впливу постачальників, споживачів та потенційних нових учасників ринку [2].

Однак у сучасних реаліях класичний аналіз має бути доповнений концепцією бізнес-екосистем. Конкуренція сьогодні відбувається не лише між окремими продуктами, а між цілими ланцюгами створення вартості. Підприємство, яке прагне лідерства, повинно не просто протистояти ринку, а інтегруватися в партнерські мережі, забезпечуючи синергію між власними компетенціями та можливостями аутсорсингових структур.

В умовах посилення конкуренції дедалі більшого значення набуває концепція динамічних здібностей підприємства, яка акцентує увагу на здатності організації своєчасно відчувати зміни, швидко захоплювати нові можливості та трансформувати внутрішні ресурси відповідно до стратегічних цілей. Саме поєднання стратегічного бачення з ефективним управлінням знаннями, компетенціями персоналу та організаційними процесами дозволяє підприємству підтри-

мувати конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі. У цьому контексті стратегія розглядається не лише як інструмент реагування, а як механізм активного формування майбутнього ринку.

Основним чинником успіху в умовах посилення суперництва є стратегічна гнучкість та адаптивність. Еволюція стратегічного управління демонструє, що в умовах високої невизначеності виграють ті структури, які здатні до самоорганізації та швидкого перерозподілу ресурсів [3]. Адаптивність дозволяє підприємству не лише реагувати на зміни, а й активно формувати ринкові тренди через впровадження інноваційних продуктів. Окрему роль тут відіграє «м'яка» складова стратегії – організаційна культура та лідерство. Навіть найдосконаліша цифрова стратегія зазнає поразки, якщо колектив не поділяє цінності гнучкості та не готовий до постійного перенавчання.

Цифровізація виступає базовим інструментом реалізації сучасних управлінських функцій. Впровадження предиктивної аналітики та штучного інтелекту дозволяє автоматизувати процес прийняття рішень, мінімізуючи стратегічні ризики. Сучасний менеджмент базується на системному підході, де планування, організація, мотивація та контроль здійснюються через єдину цифрову екосистему підприємства [4]. Цифровізація також істотно змінює зміст стратегічного управління підприємством. Використання цифрових технологій, великих даних (Big Data) та аналітичних інструментів дозволяє підвищити якість стратегічних рішень, скоротити час реагування на зміни ринку та забезпечити персоналізацію взаємодії зі споживачами.

Особливого значення набуває стратегічна життєстійкість – здатність підприємства не просто повертатися до попереднього стану після кризи, а використовувати потрясіння як поштовх до якісного оновлення. У поєднанні зі стратегічною гнучкістю це створює передумови для формування стійких конкурентних переваг навіть у висококонкурентних галузях. Успішна стратегія 2026 року – це баланс між технологічною досконалістю та соціальною відповідальністю, що забезпечує довіру стейкхолдерів у довгостроковому періоді.

Практична реалізація стратегічного управління в умовах посилення конкуренції передбачає формування системи раннього стратегічного реагування, що включає моніторинг ринкових сигналів, оцінювання стратегічних ризиків та постійне коригування управлінських рішень. Особливу увагу слід приділяти узгодженню стратегічних цілей з оперативними діями, що забезпечує цілісність управлінського процесу. Такий підхід дозволяє підприємству зменшити стратегічну інерцію та підвищити швидкість адаптації до змін конкурентного середовища.

Отже, стратегічне управління підприємством в умовах посилення конкуренції характеризується зростанням ролі адаптивності, інноваційності, цифрової трансформації та динамічних здібностей. Успіх підприємства в довгостроковій перспективі залежить від здатності керівництва формувати гнучкі стратегії, інтегрувати інновації в управлінські процеси та забезпечувати постійне стратегічне оновлення відповідно до змін конкурентного середовища.

Перелік посилань

1. Рудницька О., Комаровський А. Стратегічне управління підприємством як важлива складова системи менеджменту. Економіка та суспільство. 2023. Вип. 57. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-57-128 (дата звернення: 19.02.2026).

2. Бакай В. Конкурентні переваги підприємства: характеристика та їх оцінка за моделлю Портера. Modeling the development of the economic systems. 2022. № 1. С. 145–153. DOI: https://doi.org/10.31891/mdes/2022-4-19 (дата звернення: 20.02.2026).

3. Захарчук Н. Сутність та еволюція стратегічного управління підприємствами. Вісник ХНУ. 2022. № 6 (2). С. 110–114. DOI: https://doi.org/10.31891/2307-5740-2022-312-6(2)-20

4. Васюта В. Б. Основи менеджменту: конспект лекцій. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 200 с.

УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Гаврилюк Катерина Вячеславівна, група Мен-34
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Тоцька Олеся Леонтіївна**

Повномасштабна війна внесла кардинальні корективи у функціонування всіх галузей економіки України. Бізнес-середовище опинилося перед необхідністю швидкої адаптації до нових реалій, і сфера маркетингу не стала винятком.

В умовах воєнного стану пріоритети маркетингової діяльності підприємств суттєво трансформувалися: отримання комерційного результату відійшло на другий план, натомість домінуючою стала орієнтація на соціальну відповідальність та зміцнення національної стійкості. Тобто, в один момент підприємствам потрібно було повністю змінити наявну маркетингову стратегію й адаптуватися до тогочасної ситуації й умов [1].

Візьмімо до прикладу SmartTender – онлайн-платформу для проведення тендерів і торгів. У перші тижні повномасштабної війни всі рекламні кампанії були призупинені, оскільки розуміли, що реклама в той момент була недоречною. Натомість комунікація переключилася на корисну інформацію: законодавчі зміни, поради від юристів, добірки тендерів воєнного часу, закупівлі під час воєнного стану, окрема рубрика для бізнесу тощо.

Підприємство навіть переглянуло стратегію та готувало оновлення візуальної комунікації для соціальних мереж і контентних розділів сайту. Зокрема, було прийнято рішення про відмову від раніше встановлених правил оформлення візуалів, де переважали яскраві кольори, а натомість почали віддавати перевагу більш спокійним відтінкам та було розроблено нові шаблони, які б дозволяли швидко реагувати на події та виходити до користувачів із комунікацією.

SmartTender також активно брали участь в допомозі територіальним штабам оборони, благодійним організаціям і благодійним фондам для закупівлі необхідного обладнання, провізії, амуніції тощо. Зокрема, вони відкрили безкоштовний доступ до інструменту Smart Procurement для організацій, які займаються забезпеченням оборони країни та допомогою мирному населенню, а також долучились до розвитку благодійного фонду Front-U [2].

Ефективність маркетингу в умовах воєнного стану досягається завдяки комплексному використанню маркетингових інструментів – як традиційних, так і цифрових. Набір маркетингових інструментів повинен забезпечувати ефективність товарної, цінової, збутової та комунікаційної політик.

До *інструментів товарної політики* варто відносити сервіс, диверсифікацію, диференціацію, сертифікацію продукції й узгодження етапів життєвого циклу продукції.

Організація сервісного обслуговування в умовах воєнного стану зіштовхується з суттєвими труднощами. Руйнування логістичних ланцюгів ускладнює постачання запасних частин і комплектуючих, а виїзд персоналу з прифронто-

вих територій чи зони бойових дій створює гостру нестачу кваліфікованих кадрів.

Попри ці виклики, основні елементи якісного сервісу залишаються незмінними – уважне ставлення до клієнта, ввічливість і професіоналізм продовжують бути основою успішної роботи зі споживачами. У зв'язку з цим особливої ваги набувають питання розвитку корпоративної культури та згуртованості колективу.

Варто додати, що саме в умовах нестабільності якісний сервіс стає конкурентною перевагою – клієнти більш лояльні до тих компаній які навіть у складний час залишаються надійними та турботливими партнерами. Тому інвестиції у навчання персоналу, підтримку командного духу і психологічний стан співробітників в умовах воєнного стану є не менш важливими, ніж вирішення операційних проблем.

До *інструментів цінової політики* відносять моніторинг цін, встановлення коридору масштабу цін на певний період і метод ціноутворення.

В умовах нестабільного ринку моніторинг цін став одним із найважливіших інструментів цінової політики підприємства. Своєчасне відстеження та коригування вартості продукції безпосередньо впливає на здатність компанії зберігати конкурентні позиції. Цифрові технології забезпечують можливість багаторазового збору цінових даних з інтернет-магазинів, маркетплейсів і дощок оголошень протягом доби, що дає змогу підприємству швидко адаптувати власні ціни до актуальних ринкових умов.

До *інструментів збутової політики* належать: канали розподілу, моделі управління збутом (японська модель, модель SPIN: S – Situation, P – Problem, I – Implication, N – Need-payoff) та електронна комерція.

Переваги електронної комерції роблять її стратегічно пріоритетною для багатьох підприємств. Серед них виділяють низькі операційні витрати, доступність, глобальне охоплення тощо.

До *інструментів комунікаційної політики* належить сайт компанії, чатботи, банерна реклама, контекстна реклама, реклама на YouTube тощо. Тобто їх застосування передбачає цифровізацію комунікації зі споживачами та й цифровізацію в цілому [3, с. 4–6].

Успішність підприємства в епоху цифровізації значною мірою визначається тим, наскільки успішно підприємство впроваджує сучасні цифрові інструменти й інтегрує їх у свою маркетингову діяльність. Наприклад, використання аналітики даних дозволяє підприємству персоналізувати комунікації та пропозиції для різних сегментів аудиторії; активна присутність у соціальних мережах дозволяє досягати більшої обізнаності та залучати цільову аудиторію [4, с. 188–189].

Отже, управління маркетинговою діяльністю зазнало суттєвих змін із початку повномасштабної війни. Підприємства змушені були швидко змінити не лише маркетингову стратегію, а й сам підхід до своєї діяльності в цілому. Саме досвід таких підприємств як SmartTender свідчить про те, що швидка адаптація й орієнтація на потреби споживачів є ключовими факторами ефективності маркетингової діяльності у кризових умовах.

У зв'язку з цим, важливо правильно використовувати маркетингові інструменти – товарні, цінові, збутові та комунікаційні, адаптуючи їх до нестабільного середовища.

Крім того, в умовах війни цифровізація маркетингу стає ключовим чинником конкурентоспроможності підприємства, адже дозволяє швидко реагувати на зміни ринку, точніше визначати цільову аудиторію та будувати ефективнішу комунікацію зі споживачами за значно менших витрат порівняно з традиційними методами просування.

Перелік посилань

1. Чепелюк М. І. Маркетингові стратегії в умовах воєнного стану: адаптація бізнесу до нових реалій. *Бізнес Інформ.* 2025. № 6. С. 499–504.

2. Маркетинг в умовах війни – інтерв'ю з командою Digital Marketing SmartTender. *SmartTender*. URL: https://smarttender.biz/blog/view/marketing-v-umovah-viyni-interv-yu-z-komandoyu-digital-marketing-smarttender/ (дата звернення: 16.03.2023).

3. Ларка Л. С. Інструменти забезпечення результативності маркетингової діяльності підприємства у воєнний час. *Ефективна економіка: електронний журнал.* 2025. № 1.

4. Мосумова А. К., Пурей Є. Ю. Ефективність бізнесу в умовах цифровізації: маркетинговий аспект. *Журнал стратегічних економічних досліджень.* 2023. № 6(17). С. 187–196.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

ВНУ імені Лесі Українки

Дейнека Роман Валерійович, група Мен-35
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Тоцька Олеся Леонтіївна**

У сучасних умовах воєнного стану конкурентоспроможність підприємств зазнає суттєвого впливу через руйнування інфраструктури, порушення логістичних ланцюгів, фінансову нестабільність і зниження попиту на продукцію. Такі умови значно ускладнюють функціонування підприємств і потребують нових підходів до управління [1].

Конкурентоспроможність підприємства визначається його здатністю ефективно функціонувати на ринку, утримувати свої позиції та забезпечувати сталий розвиток навіть в умовах кризових явищ. Теоретичною основою управління конкурентоспроможністю є концепції стратегічного менеджменту, які передбачають формування та підтримку конкурентних переваг [2].

В умовах воєнного стану управління конкурентоспроможністю набуває адаптивного характеру й орієнтується на забезпечення стійкості підприємства. Ключовими напрямами є диверсифікація ринків збуту та постачання, цифровізація діяльності, впровадження інновацій та ефективне управління ризиками. Особливого значення набуває концепція «стійкості» (resilience), яка включає здатність підприємства швидко реагувати на зміни, зберігати функціонування та відновлювати діяльність після кризових впливів [3].

Для кількісної оцінки конкурентоспроможності підприємства доцільно використовувати інтегральний показник:

$$K=Q/C,$$

де K – рівень конкурентоспроможності підприємства;

Q – показник якості продукції (послуг);

C – витрати на виробництво та реалізацію продукції (послуг).

В умовах воєнного стану важливо також враховувати ризики діяльності підприємства:

$$R=P*L,$$

де R – рівень ризику;

P – імовірність настання ризикової події;

L – можливі втрати.

Основні фактори впливу на конкурентоспроможність підприємства наведено в табл. 1.

Ефективне управління конкурентоспроможністю передбачає також активну участь держави, яка забезпечує фінансову підтримку підприємств, стимулює інноваційну діяльність і створює сприятливі умови для розвитку бізнесу.

Таблиця 1. Основні фактори впливу на конкурентоспроможність підприємства

Фактор	Характеристика впливу	Наслідки
Руйнування інфраструктури	Пошкодження виробничих потужностей	Зниження обсягів виробництва
Логістичні порушення	Ускладнення постачання	Зростання витрат
Міграція робочої сили	Втрата персоналу	Зниження продуктивності
Фінансова нестабільність	Обмежений доступ до ресурсів	Зниження інвестицій
Інноваційний розвиток	Впровадження цифрових технологій	Підвищення ефективності

Джерело: складено автором на основі [1; 3].

Отже, конкурентоспроможність підприємства в умовах воєнного стану визначається здатністю до адаптації, впровадження інновацій, ефективного управління ризиками та використання стратегічних підходів, що дозволяє забезпечити стабільність функціонування та подальший розвиток підприємства [1–3].

Перелік посилань

1. Ужва А. М. Управління конкурентоспроможністю підприємств в умовах сталого розвитку. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Т. 9. № 1. С. 211–215.

2. Портер М. Конкурентна стратегія / пер. з англ. Н. Кошманенко. Київ: Наш формат, 2020. 424 с.

3. Olshanska O., Puzyrova P. Theoretical and methodological aspects of management of the competitiveness of agricultural enterprises under military conditions. *Management*. 2023. Vol. 37, No. 1. DOI: 10.30857/2415-3206.2023.1.2

ВИРОБНИЧИЙ ЦИКЛ ПІДПРИЄМСТВА: СТРУКТУРА, ФАКТОРИ ВПЛИВУ ТА НАПРЯМИ СКОРОЧЕННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дороган Доміні́ка Ігорівна, група 073-24-1
***Науковий керівник:* к.е.н., проф. Трифонова Олена Василівна**

У сучасних умовах господарювання, як зазначають Дикань В.Л. та Маслова В.О. [1, с. 15], тривалість виробничого циклу є одним із ключових показників організації виробництва на підприємстві. Виробничий цикл охоплює період від надходження сировини та матеріалів до повного завершення виготовлення готової продукції. Він може розраховуватися як для окремого виробу, так і для партії виробів, що виготовляються одночасно.

Відповідно до [1, с. 15-16; 2, с. 20-21], структура виробничого циклу відображає співвідношення часу виконання робіт і часу різних перерв у процесі виробництва. Основними елементами є технологічний час, допоміжний час, транспортний час, контрольні операції та перерви між операціями. Така структура залежить від виду продукції, технології її виготовлення та типу виробництва, тому на різних підприємствах вона суттєво відрізняється.

Відповідно до [1, с. 29-30; 3, с. 105-106], на тривалість виробничого циклу впливає ціла низка факторів, які традиційно поділяються на дві групи. Конструктивно-технологічні фактори включають складність конструкції виробу, його розміри, вагу, трудомісткість операцій, ступінь механізації та автоматизації, а також наявність природних процесів. Організаційно-економічні фактори охоплюють тип виробництва, метод організації процесу, рівень спеціалізації цехів і дільниць та якість оперативного планування.

Як зазначено у [1, с. 30; 2, с. 29; 4, с. 143], скорочення тривалості виробничого циклу є важливим резервом підвищення ефективності виробництва. Воно здійснюється за двома головними напрямами: зменшенням робочого періоду та ліквідацією або мінімізацією перерв у процесі виробництва. Усі заходи базуються на принципах пропорційності, паралельності та безперервності і включають використання продуктивнішого обладнання, механізацію допоміжних робіт, покращення планування та паралельне виконання операцій.

Нелсон Р. наголошує [5, с. 4-5], що яскравим підтвердженням ефективності таких заходів є досвід американської компанії Ford Electronics (підрозділ Ford Motor Company). У 1988 році у середньому тривалість виробничого циклу становила близько 15 днів. Завдяки впровадженню програми Continuous Flow Manufacturing (CFM) до кінця 1994 року середня тривалість виробничого циклу скоротилася до менше ніж 1 дня, а обсяг запасів вдалося зменшити понад удвічі – з 200 млн дол. до менш ніж 100 млн дол.

Охно Т. [6, с. 41-42] також зазначає, що міжнародний досвід підтверджує ефективність скорочення виробничого циклу на прикладі Toyota Motor Corporation. Компанія досягла цього завдяки впровадженню системи Just-in-Time та використанню механізму Kanban, які передбачають виробництво

продукції у необхідній кількості та в потрібний момент. Це дозволило усунути перевиробництво, скоротити залишки незавершеного виробництва, зменшити простої обладнання та оптимізувати виробничі потоки. У результаті було досягнуто скорочення тривалості виробничого циклу та підвищення ефективності діяльності підприємства.

Як зазначено у [1, с. 30; 4, с. 143-144], зменшення тривалості виробничого циклу суттєво впливає на використання оборотних коштів підприємства. Чим коротший цикл, тим менше коштів заморожується в незавершеному виробництві і тим швидше вони обертаються. Це сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню собівартості продукції, зменшенню обсягу незавершеного виробництва, підвищенню економічної ефективності діяльності підприємства та його конкурентоспроможності.

Відповідно до [1, с. 30; 4, с. 145], коротший виробничий цикл дозволяє ефективніше завантажувати виробничі потужності, зменшувати простої обладнання та скорочувати непродуктивні витрати часу. У результаті знижується собівартість продукції за рахунок кращого розподілу постійних витрат і зростання продуктивності праці. Це приводить до збільшення прибутку, підвищення рентабельності продажів, виробництва та активів підприємства.

Таким чином, зменшення тривалості виробничого циклу виступає одним із найважливіших внутрішніх чинників підвищення ефективності діяльності підприємства. Воно дає змогу не тільки прискорити оборотність оборотних коштів і знизити собівартість продукції, але й забезпечити краще використання виробничих потужностей, скоротити непродуктивні витрати та підвищити конкурентоспроможність підприємства.

Перелік посилань

1. Дикань В. Л., Маслова В. О. Організація виробництва : підручник. Харків : УкрДАЗТ, 2013. 422 с. URL: https://surl.li/qoihuk.

2. Гітіс Т. П., Грибкова С. М., Підгора Є. О. Організація виробництва : навч. посіб. Краматорськ : ДДМА, 2018. 184 с. URL: https://surl.li/npejpe.

3. Валявський С. М. Планування та організація виробничої діяльності : навчальний посібник. Полтава : ПолтНТУ, 2018. 182 с. URL: https://surl.li/fucqkg.

4. Очередько В. І., Фіцайло Я. Г. Шляхи скорочення тривалості виробничого циклу на виробничих підприємствах. *Проблеми розвитку підприємництва в Україні*. 2014. Вип. 7. С. 142–146. URL: https://surl.li/tgpkev.

5. Nelson R. Reducing Cycle and Development Time at Ford Electronics. Massachusetts Institute of Technology (MIT), Sloan School of Management, 1995. 48 p. URL: https://web.mit.edu/nelsonr/www/MCT_CASE.pdf.

6. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Portland: Productivity Press, 1988. 143 p. URL: https://surl.lu/onhtnt.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ

ВНУ імені Лесі Українки

Дубина Аліна Олександрівна, група Мен-34
***Науковий керівник:* д.е.н, проф. Тоцька Олеся Леонтіївна**

У сучасних умовах глобальної нестабільності та докорінної зміни геополітичних векторів України, зовнішньоекономічна діяльність (ЗЕД) трансформується з додаткового напряму розвитку в ключову умову стійкості та виживання вітчизняного бізнесу. Ефективність міжнародних операцій сьогодні залежить не лише від цінової конкурентоспроможності товарів, а й від стратегічної гнучкості ланцюгів постачання, глибини цифрової інтеграції в глобальні торговельні системи та здатності підприємства адаптуватися до нових регуляторних вимог.

Процес підвищення ефективності ЗЕД для сучасного українського підприємства розпочинається з глибокої переорієнтації на стабільні та високотехнологічні ринки країн ЄС, Азії та Північної Америки. Згідно з актуальними дослідженнями в галузі міжнародної економіки, успішна експансія потребує переходу від моделі пасивного експорту до активного міжнародного маркетингу. Важливим елементом такої стратегії є врахування складних нетарифних бар'єрів І технічне регулювання, що вимагає від менеджменту модернізації стандартів виробництва відповідно до вимог ISO та HACCP [1, с. 74].

Потужним драйвером оптимізації зовнішніх операцій виступає цифрова трансформація. Впровадження інструментів Digital ZED, що включає активне використання глобальних маркетплейсів, ERP-систем для наскрізного контролю операцій і перехід на транскордонний електронний документообіг, дозволяє суттєво знизити адміністративні витрати. Зокрема, інтеграція технологій блокчейн у митні процедури та логістику сприяє скороченню часу на обробку вантажів і мінімізації трансакційних ризиків, що безпосередньо впливає на формування конкурентної ціни продукції на іноземних ринках [2, с. 142].

Разом із технологічним оновленням, ефективність ЗЕД критично залежить від якості управління логістичними та фінансовими ризиками. В умовах розриву традиційних транспортних коридорів стратегічного значення набуває реінжиніринг логістики через використання мультимодальних перевезень і розвиток хабів у прикордонних зонах. З фінансової точки зору, підвищення результативності досягається шляхом упровадження інструментів хеджування валютних ризиків і використання сучасних форм міжнародних розрахунків, таких як акредитиви та факторинг. Це дозволяє забезпечити фінансову стійкість підприємства навіть за умов значних курсових коливань [3, с. 215].

Вагомим фактором зростання показників зовнішньої торгівлі залишається інституційне забезпечення й ефективне використання державної підтримки. Використання переваг зон вільної торгівлі, залучення ресурсів експортно-кредитних агентств і участь у міжнародних грантових програмах створюють додаткові можливості для капіталізації бізнесу. Ефективний менеджмент ЗЕД має базуватися на постійному моніторингу митного та валютного законодавст-

ва як України, так і країн-партнерів, що дозволяє оперативно реагувати на зміни ринкової кон'юнктури [4, с. 102].

Отже, комплексне підвищення ефективності зовнішньоекономічної діяльності вимагає від підприємств системного поєднання стратегічного планування, цифрових інновацій та збалансованої логістичної політики. Тільки такий інтегрований підхід, що базується на засадах науково обґрунтованого менеджменту, здатний забезпечити довгострокову конкурентоспроможність вітчизняного бізнесу на світовій арені.

Перелік посилань

1. Міжнародна економіка та ЗЕД : підручник / за ред. С. В. Козловського. Київ : Центр учбової літератури, 2024. 480 с.
2. Гребельник О. П., Мельник Т. М. Цифровізація зовнішньоекономічної діяльності підприємств в умовах глобальних викликів : монографія. Київ : КНУТЕУ, 2023. 56 с.
3. Захаров В. Б., Петрова Л. О. Митна справа та логістика ЗЕД : навч. посіб. Одеса : Гельветика, 2024. 340 с.
4. Козак Ю. Г., Ковалевський В. В. Управління зовнішньоекономічною діяльністю: стратегії та інструменти : підручник. 7-ме вид., переробл. і доповн. Київ : ЦУЛ, 2023. 312 с.

ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ БЮДЖЕТУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ КОМПАНІЇ «UNILEVER»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кукулевський Максим Олександрович, група 073-22-1
Науковий керівник: **к.е.н., доц. Варяниченко Олена Володимирівна**

У сучасних умовах розвитку економіки світу ефективне керування фінансовими ресурсами є одним із ключових факторів підвищення конкурентоспроможності організації. Підприємства змушені постійно адаптуватися до змін на ринку, до зростання конкуренції, до коливань попиту та інших факторів, які впливають на їх діяльність. У таких умовах особливо важливим стає вміння ефективно використовувати інструменти планування фінансів та їх контролю. Одним із найпоширеніших та найефективніших інструментів управління фінансами підприємства є впровадження системи бюджетування. Вона дає підприємствам можливість планувати доходи та витрати, координувати діяльність підрозділів, контролювати використання наявних ресурсів та оцінювати результати його діяльності.

Бюджетування є складовою системи управлінського обліку і виконує важливі функції, до яких належить планування, контроль та координація діяльності підприємства. Завдяки впровадженню системи бюджетування у керівництва підприємства з'являється можливість формувати фінансові плани на певний майбутній період, визначати пріоритетні напрями діяльності та використання ресурсів та оцінювати ефективність реалізації його стратегічних цілей. Крім того, бюджетування дозволяє забезпечити відповідальність керівників підрозділів за використання фінансових ресурсів і сприяє підвищенню дисципліни у процесі управління підприємством.

У світовій практиці можна виділити багато прикладів успішного впровадження системи бюджетування на великих підприємствах. Одним із таких є досвід транснаціональної корпорації Unilever - одна з найбільших та найвідоміших компаній у світі з виробництва товарів повсякденного попиту, яка була заснована у 1930 р. внаслідок об'єднання двох дочірніх: британської компанії «Lever Brothers» та нідерландської «Margarine Unie». На сьогоднішній день Unilever здійснює свою діяльність більш ніж у 190 країнах світу та володіє великим портфелем відомих брендів: Dove, Knorr, Rexona, Magnum, Hellmann's тощо. Відповідно, масштаби діяльності компанії, велика кількість різноманітних виробничих підрозділів і складна структура управління потребують забезпечення ефективної системи фінансового планування та контролю [1].

Протягом тривалого часу компанія використовувала та впроваджувала традиційні методи бюджетування, які передбачали коригування бюджету попереднього року з урахуванням змін економічної ситуації на ринку. Такий підхід був досить розповсюдженим для корпоративного сектору, однак у нього є певні недоліки. Зокрема, існувала велика ймовірність того, що деякі витрати автоматично переносилися з одного бюджетного періоду до іншого без

детального аналізу їхньої доцільності та можливого дублювання, що часто призводило до нагромадження неефективних витрат і зниження загальної ефективності використання ресурсів підприємства.

У зв'язку з посиленням конкуренції на світових ринках і необхідністю підвищити ефективність управління витратами на Unilever впроваджено концепцію нульового бюджетування. Цей підхід був розроблений у 1970-х рр. і передбачає формування бюджету «з нуля», тобто коли кожна стаття витрат повинна бути обґрунтована незалежно від показників попереднього періоду. Тобто під час формування нового бюджету всі витрати підприємства розглядаються заново, без прив'язки до попереднього періоду. Менеджери повинні детально обґрунтовувати доцільність кожної статті витрат та доводити її відповідність стратегічним цілям компанії. Таким чином, бюджетування перетворюється на інструмент ретельного аналізу усієї діяльності підприємства та дозволяє виявляти можливі неефективні або зайві, необгрунтовані витрати.

Впровадження цієї системи в Unilever почалося з детального аналізу структури усіх витрат компанії. Було проведено комплексне, грунтовне дослідження всіх основних напрямів діяльності підприємства, а саме виробництва, маркетингу, логістики та адміністративних витрат. Керівництво компанії поставило перед менеджерами завдання переглянути всі існуючі витрати та визначити, які з них є необхідними для забезпечення ефективної діяльності підприємства, а які можуть бути скорочені або оптимізовані.

Однією з найважливіших сфер, у якій застосовувалося нульове бюджетування, став маркетинг. Компанія витрачала значні кошти на рекламні кампанії та просування своїх брендів, тому ефективність цих витрат та правильність направлення мали велике значення для фінансових результатів підприємства. У межах нової системи бюджетування кожен маркетинговий проєкт повинен був бути детально обґрунтований та досліджений на можливі шляхи підвищення його ефективності. Завдяки впровадженню нульового бюджетування компанія змогла скоротити неефективні витрати та спрямувати фінансові ресурси на більш перспективні маркетингові інструменти та напрями. Зокрема, значна частина рекламного бюджету була переорієнтована на цифрові канали комунікації, включаючи соціальні мережі та онлайн-платформи.

Ще одним важливим напрямом застосування такої системи бюджетування стала оптимізація адміністративних витрат. У процесі впровадження було проведено детальний аналіз витрат на консалтингові послуги, службові відрядження, організацію корпоративних заходів та інші непрямі витрати та було виявлено, що у багатьох напрямах можна провести перерозподіл для скорочення витрат, що не призведе до негативного впливу на основну діяльність компанії.

Крім економії фінансових ресурсів, впровадження нової системи бюджетування сприяло підвищенню рівня безпосередньої відповідальності менеджерів за результати діяльності їхніх підрозділів. Кожен керівник отримав чітко визначені цільові фінансові показники та повинен був контролювати використання ресурсів для максимально ефективного їх використання відповідно до встановленого бюджету. Це сприяло формуванню більш

відповідального ставлення до управління витратами та підвищило загальну ефективність використання ресурсів підприємства.

Важливим результатом впровадження нульового бюджетування стало також підвищення прозорості фінансових процесів у компанії. Завдяки детальному аналізу витрат керівництво отримало більш повну інформацію про структуру витрат підприємства, діяльність менеджерів та можливості оптимізації використання ресурсів, що дозволило приймати більш обґрунтовані управлінські рішення та ефективніше розподіляти ресурси між різними напрямами діяльності.

Варто зазначити, що впровадження нової системи бюджетування супроводжувалося також змінами в організаційній культурі компанії. Менеджери почали більш уважно ставитися до використання фінансових ресурсів і приділяти більше уваги аналізу ефективності витрат.

Таким чином, досвід компанії «Unilever» демонструє, що сучасні системи бюджетування можуть відігравати важливу роль у підвищенні ефективності управління підприємством. Цей приклад підтверджує, що бюджетування є не лише інструментом фінансового планування, але й важливим елементом стратегічного управління підприємством.

Перелік посилань

1. Unilever Annual Report and Accounts 2023. London : *Unilever PLC*, 2024. URL: https://www.unilever.com/files/92ui5egz/production/b09c3510ee7cec58440d5f044f02bdefe85aa186.pdf.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПОСИЛЕННЯ КОНКУРЕНЦІЇ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Кушнір Єлизавета Андріївна, група Мен-44
***Науковий керівник:* зав. каф., д.е.н., доц. Хомюк Наталія Леонідівна**

Посилення конкуренції на сучасних ринках зумовлює необхідність перегляду традиційних підходів до управління маркетинговою діяльністю підприємств. У ринковій економіці маркетинг виступає основним інструментом формування конкурентних переваг, оскільки орієнтує діяльність підприємства на потреби споживачів і забезпечує адаптацію до змін зовнішнього середовища [1, с. 18]. В умовах нестабільності ринку, цифровізації та зростання вимог клієнтів ефективне маркетингове управління стає визначальним чинником сталого розвитку підприємства [2, с. 42].

Сучасні умови господарювання характеризуються високим рівнем динамізму, що змушує підприємства постійно вдосконалювати маркетингові стратегії. Управління маркетинговою діяльністю включає аналіз ринку, планування, організацію та контроль маркетингових заходів з метою досягнення стратегічних і тактичних цілей підприємства [3, с. 65]. Важливою особливістю сучасного маркетингу є перехід від масового підходу до сегментованого та індивідуалізованого обслуговування споживачів, що дозволяє підвищити рівень лояльності клієнтів [1, с. 27].

Посилення конкуренції сприяє зростанню ролі стратегічного маркетингового управління. Підприємства дедалі більше орієнтуються на довгострокові маркетингові стратегії, що передбачають формування унікальної ціннісної пропозиції та диференціацію товарів і послуг [2, с. 58]. Як зазначає С.М. Ілляшенко, конкурентоспроможність підприємства значною мірою залежить від здатності своєчасно виявляти зміни у споживчих уподобаннях та швидко реагувати на них за допомогою маркетингових інструментів [2, с. 61].

Особливе значення в умовах конкуренції набуває використання цифрового маркетингу. Інтернет-маркетинг, соціальні мережі, CRM-системи та аналітика даних дозволяють підприємствам ефективніше комунікувати зі споживачами, знижувати витрати та підвищувати точність маркетингових рішень [3, с. 102]. Цифрові технології сприяють формуванню персоналізованих пропозицій, що є важливим чинником конкурентної боротьби на сучасних ринках [1, с. 44].

Управління маркетинговою діяльністю у підприємствах України – це система різних видів діяльності, що є широким комплексом заходів стратегічного й тактичного характеру, пов’язаних між собою і спрямованих на ефективне здійснення ринкової діяльності підприємства та досягнення його основної мети – задоволення потреб споживачів товарів і послуг і отримання на цій основі найбільшого прибутку. Це поняття, на наш погляд, враховує складність процесу управління маркетингом, його призначення і сутність, воно підкреслює системність цього процесу, бо управління маркетингом має здійснюватись системно і комплексно. Управління маркетингом може здійснюватися з позицій п’яти під-

ходів: вдосконалення виробництва, товару; інтенсифікації комерційних зусиль; маркетингу; соціально-етичного маркетингу.

У концепції вдосконалення виробництва стверджується, що споживачі будуть прихильні до товарів, які широко поширені і доступні за ціною, а як наслідок – підприємство повинне зосередити зусилля на вдосконаленні виробництва і підвищенні ефективності системи розподілу. Застосування цієї концепції можливе в двох ситуаціях, тобто, коли попит на товар перевищує пропозицію і, коли собівартість товару дуже висока і її необхідно понизити, для чого потрібно підвищити продуктивність.

Головною ідеєю концепції вдосконалення товару є твердження, що споживачі прихильно відноситимуться до товарів найвищої якості, з найкращими експлуатаційними характеристиками і властивостями, тому організація повинна зосередити свої зусилля на постійному вдосконаленні товару. Негативним моментом даної концепції є те, що споживачі насправді задовольняють не потребу в конкретному товарі, а свої потреби.

У концепції інтенсифікації комерційних зусиль стверджується, що споживачі не купуватимуть товари підприємства в достатній кількості, якщо воно не зробить достатніх зусиль у сфері збуту і стимулювання. Сфера застосування згаданої концепції – просування на ринок товарів пасивного попиту (страховки, енциклопедичні словники тощо).

Суть концепції маркетингу полягає у тому, що запорукою досягнення мети організації є визначення потреб цільових ринків і забезпечення бажаної задоволеності ефективнішими і продуктивнішими, ніж у конкурентів способами. Орієнтація в даній концепції йде на потреби клієнтів.

Управління маркетинговою діяльністю вимагає тісної інтеграції маркетингу з іншими функціональними підсистемами підприємства. Узгодженість маркетингових рішень з виробничою, фінансовою та інноваційною діяльністю дозволяє забезпечити комплексний підхід до управління та підвищити ефективність функціонування підприємства [3, с. 71]. В умовах жорсткої конкуренції особливої уваги потребує контроль результатів маркетингової діяльності та оцінка ефективності використаних інструментів [2, с. 74].

Нові ринкові умови діяльності, зумовлені посиленням конкуренції, вимагають адаптації всього комплексу маркетингових заходів та підвищує їх значимість у розвитку підприємств в цілому. Конкуренція миттєво змінює набір успішних маркетингових технологій та ставить загалом результати діяльності бізнесу від його спроможності адаптувати ринкові та маркетингові інструменти до цих змін.

Підприємства потребують поєднання довгострокових та короткострокових планів маркетингових заходів, розширення спектру методів дослідження ринку та заходів маркетингової діяльності, врахування результатів маркетингової діяльності в процесі удосконалення бізнес-моделей розвитку підприємств.

Для посилення позицій підприємства на ринку зростає значення пошуку нових видів продукції, а отже інноваційної діяльності. Основними формами маркетингової діяльності, розвиток яких прискорився в умовах посилення конкуренції, стали цифровий маркетинг, ситуаційний маркетинг та індивідуально-

орієнтований маркетинг. Комплексний підхід до реалізації маркетингу означає врахування як поточних, так довгострокових запитів споживачів.

Отже, успіх будь-якого підприємства залежить не тільки від фінансових результатів її діяльності, але і від правильної організації маркетингової діяльності та від гнучкості системи управління, оскільки за ринкових умов господарювання керівництву фірми необхідні кон'юктурні огляди ринку, дослідження купівельних переваг, прогнозування обсягів продажу, розрахунки ефективності реклами продукції. Управління, яке не встигає за динамічними змінами всередині підприємства та у зовнішньому середовищі, робить його нездатним до пристосування та подальшого розвитку, а маркетингова діяльність є невід'ємною сферою функціонування підприємства, часто визначальною для інших напрямів діяльності організації. Посилення конкуренції зумовлює необхідність удосконалення системи управління маркетинговою діяльністю підприємства. Основними особливостями сучасного маркетингового управління є орієнтація на споживача, використання цифрових технологій, стратегічний підхід та інтеграція маркетингу з іншими напрямами діяльності підприємства. Ефективне управління маркетингом дозволяє підприємству формувати стійкі конкурентні переваги, підвищувати рівень задоволеності клієнтів і забезпечувати довгостроковий розвиток в умовах посилення конкуренції.

Перелік посилань

1.Балабанова Л.В. Маркетинг підприємства: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 612 с.

2.Ілляшенко С.М. Маркетингове управління конкурентоспроможністю підприємств: монографія. Суми: Університетська книга, 2018. 392 с.

3.Примак Т.О. Маркетинг: навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2016. 432 с.

УПРАВЛІННЯ ПЛАТОСПРОМОЖНІСТЮ ЯК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Волинський національний університет ім. Лесі Українки, м. Луцьк

Медведь Аліна Олексіївна, група Мен-44
***Науковий керівник*: д.е.н., проф. Тоцька Олеся Леонтіївна**

У сучасних умовах підприємства стикаються з новими викликами, тому управління платоспроможністю є одним із найважливіших завдань у діяльності всіх сфер бізнесу. Саме здатність своєчасно виконувати свої обов'язки перед постачальниками, кредиторами й інвесторами є показником успіху підприємства.

Тому платоспроможність підприємства є основним показником фінансової стійкості та безпосередньо впливає на конкурентоспроможність. Вона відображає здатність підприємства забезпечувати безперервну виробничо-господарську діяльність, ефективність управління грошовими потоками та підтримувати ліквідність активів. Адже конкурентоспроможність – це не лише продаж товару чи надання послуги, а й фінансова стійкість, що забезпечує подальше функціонування підприємства. Компаніям, які мають репутацію платоспроможних дебіторів, надаються кращі умови співпраці від постачальників і збільшуються шанси на співпрацю з міжнародними інвесторами. А наявність вільних грошових коштів дозволяє компанії швидко реагувати на зміни в зовнішньому середовищі. Тому вміння якісно управляти платоспроможністю є запорукою успішного функціонування підприємства.

Загалом, управління платоспроможністю підприємства– це сукупність прийомів і методів для забезпечення компанії вчасно розрахуватися за своїми фінансовими зобов'язаннями. У сучасних надскладних умовах управління платоспроможністю є одним із викликів у економічній системі. Тому в період економічної нестабільності існують фактори, які неабияк впливають на платоспроможність підприємств, див. рис. 1.

Зовнішні фактори, що впливають на рівень платоспроможності:

- ринкова кон´юнктура;
- податкова політика;
- військові дії.

Внутрішні фактори, що впливають на рівень платоспроможності:

- стан дебіторської заборгованості;
- розмір боргових навантажень;
- ефективність управління оборотними активами.

Рис. 1. Фактори, що впливають на рівень платоспроможності підприємства

Примітка. Створено автором на основі даних [1, с. 214].

Саме тому підприємствам важче адаптуватися до сучасних умов на ринку.

Для збереження конкурентоспроможності науковці запропонували такі шляхи покращення управління платоспроможністю підприємства:

– налагодження систематичного моніторингу ліквідності, яке передбачає встановлення порогових значень коефіцієнтів ліквідності та відслідковування їх зміни на основі своєчасного використання заходів (наприклад, скорочення непотрібних витрат чи пролонгацію зобов'язань) у разі наближення до критичних рівнів;

– запровадження антикризового планування та моделювання, що вимагає передбачення регулярного розгляду сценаріїв розвитку подій і грошових потоків, що дозволяє заздалегідь виявити потенційні проблеми з ліквідністю [2, с. 108].

Серед усіх способів покращення управління платоспроможністю особливу роль відіграє аналіз показників ліквідності, фінансової стійкості та ділової активності, які дозволяють своєчасно виявляти загрози втрати платоспроможності та приймати обґрунтовані управлінські рішення. Передусім підприємствам варто раціонально переглядати дебіторську та кредиторську заборгованість, запровадити оптимізацію витрат, що сприяє зміцненню фінансової стійкості.

Отже, управління платоспроможністю є одним із ключових факторів забезпечення конкурентоспроможності підприємства. Своєчасне виявлення фінансових ризиків, ефективне використання ресурсів і впровадження сучасних підходів до фінансового управління дозволяють підприємству зберігати стабільні позиції на ринку та забезпечувати довгостроковий розвиток.

Перелік посилань

1. Ющенко В. А. Оцінка платоспроможності підприємств та шляхи її покращення. *Сучасний менеджмент: витоки, реалії та перспективи розвитку*: тези всеукр. студ. наук.-практ. конф. (м. Львів, 6 берез. 2025 р.). Львів, 2025. С. 213–216.

2. Плахотнюк Ю. С. Наукові засади управління платоспроможністю підприємства в умовах воєнного стану. *Фінанси, маркетинг, менеджмент, економіка: сталі рішення та цифрові трансформації*: тези міжнар. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 5–6 черв. 2025 р.). Біла Церква, 2025. С. 105–109.

КОМУНІКАЦІЙНИЙ СУПРОВІД ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗМІН НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ADKAR

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Міщенко Дарина Олександрівна, група Мен-34
***Науковий корівник:* к.е.н., доц. Ющишина Лариса Олексіївна**

Більшість організаційних змін стикаються з опором персоналу частіше через комунікаційні проблеми, ніж через технічні прорахунки. Головною причиною цього є інформаційний вакуум. Працівники не розуміють причин упровадження змін, що породжує або природний страх перед новим, або повне ігнорування ситуації. Водночас керівництву нерідко бракує інструментів для ефективного залучення співробітників до процесу змін і подолання можливого опору. Тому в такому середовищі комунікація стає чи не найважливішим інструментом управління.

Для системного вирішення цієї проблеми використовується модель ADKAR, головна ідея якої полягає в тому, що кожен працівник у процесі трансформацій проходить шлях від усвідомлення самої суті змін до моменту, коли зміни стають природною частиною його звичної поведінки [1].

Модель ADKAR розробила консалтингова компанія Prosci, а саме її засновник – Джефф Хіатт близько двадцяти років тому, спираючись на аналіз досвіду трансформацій у понад 700 організаціях [2]. Ця модель – структурований алгоритм управління змінами, орієнтований на людину, який забезпечує перехід від поточного стану до бажаного через 5 етапів. Оскільки ADKAR є акронімом, то кожне наступне слово позначає конкретний етап в успішному впровадженні запланованих змін [1]:

– «усвідомлення» – розуміння необхідності змін;
– «бажання» – прагнення брати участь у змінах та підтримувати їх;
– «знання» – розуміння того, як змінюватись;
– «здатність» – вміння впроваджувати необхідні зміни на практиці;
– «підкріплення» – інтеграція результатів змін у робочі процеси для забезпечення стабільності та запобігання поверненню до старих методів роботи [3].

Успіх можливий лише при черговості проходженні етапів: спочатку розуміння «чому», потім бажання «як». Також ефективність практичного впровадження змін за моделлю ADKAR безпосередньо залежить від якості комунікацій, тому важливо проаналізувати інструменти, які менеджер використовує на кожному з п’яти етапів для впливу на поведінку команди та досягнення цілей трансформації.

Перший етап – «усвідомлення» – має ключове завдання роз’яснити та поінформувати персонал про необхідність впровадження змін. Оскільки співробітники часто не усвідомлюють важливості своєї участі та можуть ігнорувати наявні проблеми, це стає бар’єром для реалізації трансформації. Тому чітке розуміння працівниками «чому» є фундаментом для подальшого безболісного впровадження змін. При цьому критично важливою є довіра до джерела інфор-

мації, тому комунікацію доцільно доручати представникам топменеджменту організації і краще використовувати канали прямої комунікації: загальні збори або відеозвернення CEO [4].

Другий етап, який називається «бажання», є одним із найскладніших у моделі ADKAR, оскільки він стосується особистісної мотивації. Розуміння персоналом необхідності змін ще не гарантує їхньої активної підтримки. Ефективна комунікація на цьому етапі має базуватись на принципі «Що це дасть особисто мені?» («What's in it for me?»), де менеджер роз'яснює переваги трансформації через індивідуальні зустрічі у форматі 1-на-1. Саме таке персоналізоване обговорення та надання зрозумілої відповіді, дозволяє менеджеру отримати реальне схвалення й активну участь колективу в процесі змін [4].

На третьому етапі, який називається «знання», передбачено опанування конкретних навичок, які потрібні для впровадження поточних змін. Основна увага зосереджується на тому, щоб менеджер організував освітній простір для проведення профільних тренінгів, воркшопів та навчальних сесій для персоналу [4].

Проте проходження теоретичного курсу ще не гарантує автоматичного набуття необхідних знань та навичок. Тому на четвертому етапі, який називається «здатність», основна увага зосереджується на безпосередньому формуванні практичної готовності працювати по-новому. Це формується лише через практичний досвід, тому на цьому етапі особливо важливо активно підтримувати персонал. Реалізація підтримки відбувається через конкретні інструменти, а саме через можливість швидкого консультування або створення чатів підтримки для миттєвої допомоги на місці. Також важливо налагодити систему зворотного зв'язку, яка дозволяє менеджеру оперативно збирати інформацію про труднощі, з якими стикаються працівники [4].

Завершальним етапом цього процесу є «закріплення». Його головна мета – інтегрувати нововведення в корпоративну ДНК та запобігти поверненню до застарілих методів роботи. Для повного закріплення змін у фінальному етапі необхідно забезпечити підтримуючі консультації, коригування внутрішніх інструкцій/регламентів згідно з новими стандартами та впровадити систему метрик (КПІ). Адже конкретні показники ефективності об'єктивно допоможуть оцінити усі запровадженні зміни.

Ключове питання цього етапу – «Як не допустити відкату процесу назад?». Найефективнішим інструментом стабілізації в такому випадку є публічне підкріплення. До нього можна віднести висвітлення успіхів у соцмережах організації (за наявності таких), адже це формує імідж прогресивної команди. Або ж відкрита подяка учасникам процесу та презентація результатів. Такі заходи створюють емоційну прив'язаність до змін і перетворюють нову систему на «спільну перемогу» [4].

Підсумовуючи, можна дійти висновку, що використання моделі ADKAR сприяє персоналізації комунікації в процесі організаційних трансформацій. Завдяки цій моделі менеджери вже не обмежуються лише оголошенням про старт нововведень, а мають змогу вести діалог на всіх етапах змін – від пояснення їхніх причин до практичної підтримки. Це формує більш комфортний клімат у

колективі, знижує рівень тривожності працівників і, найголовніше, пришвидшує інтеграцію змін.

Перелік посилань

1. Як впроваджувати зміни за моделлю ADKAR. URL: https://e5.ua/uk/blogpost-2/yak-vprovadzhuvaty-zminy-za-modellyu-adkar/ (дата звернення: 27.03.2026).

2. Модель Prosci ADKAR. Модель ADKAR. URL: https://www.prosci.com/methodology/adkar (дата звернення: 27.03.2026).

3. Horlick E. ADKAR is a Change Management Model, Not a Methodology. *Prosci Portal*. August 20, 2025. URL: https://www.prosci.com/blog/adkar-is-a-change-management-model-not-a-methodology (дата звернення: 28.03.2026).

4. Форслунд Б. Модель ADKAR: практичний посібник із досягнення тривалих змін. Linkedin. 11.03.2025. URL: https://ua.linkedin.com/pulse/adkar-model-practical-guide-driving-lasting-change-blake-forslund-zkjec?tl=uk (дата звернення: 28.03.2026).

УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ-ВИРОБНИКАХ ФЕРОСПЛАВІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Омельченко Анна Андріївна, група 073-22з-1
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Варяниченко Олена Володимирівна**

У сучасних умовах господарювання удосконалення операційного менеджменту підприємства забезпечує ефективність виробничих процесів, оптимізацію витрат та підвищення конкурентоспроможності.

Операційний менеджмент - це система управління діяльністю підприємства, яка охоплює організацію та вдосконалення виробничих і технологічних процесів, раціональне використання ресурсів, зниження витрат та підвищення ефективності функціонування шляхом впровадження управлінських і технологічних рішень. Одним із основних інструментів удосконалення операційного менеджменту є впровадження інноваційних рішень.

Підвищення результативності та інтенсифікація виробничих процесів у феросплавній галузі є одним із ключових завдань сучасної металургії, оскільки безпосередньо впливає на економічні показники підприємств, конкурентоспроможність галузі та рівень екологічної безпеки.

Зазначимо кілька ключових факторів, які постійно підкреслюються в сучасній науково-технічній літературі.

Зростання потреби у феросплавах зумовлене їх визначальною роллю у металургійному виробництві, оскільки саме ці матеріали забезпечують легування сталей і чавунів та сприяють покращенню їх механічних, фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей. Розширення обсягів світового виробництва сталі, а також зростання частки спеціальних і високолегованих сталей об’єктивно підвищують попит на якісні, технологічно досконалі та економічно доступні феросплави. За таких умов особливого значення набувають наукові дослідження, спрямовані на вдосконалення наявних видів феросплавної продукції та створення нових сплавів із заданими характеристиками, що безпосередньо актуалізує питання підвищення інтенсивності виробничих процесів. Важливим чинником актуальності інтенсифікації феросплавного виробництва є також економічний аспект. Оскільки виплавка феросплавів належить до енергоємних технологічних процесів, підвищення вартості енергоресурсів істотно впливає на рівень собівартості готової продукції. У зв’язку з цим науково-технічні розробки, орієнтовані на підвищення енергоефективності, скорочення витрат сировини, зменшення тривалості виробничого циклу та раціоналізацію технологічних режимів, мають вагоме практичне значення, оскільки сприяють підвищенню конкурентоспроможності підприємств галузі. Не менш суттєвою є екологічна складова проблеми. Традиційні методи виробництва феросплавів супроводжуються значними викидами забруднювальних речовин, утворенням великих обсягів шлаків, пилу та інших відходів, що негативно позначається на

стані довкілля. У сучасних умовах наукові дослідження дедалі більше орієнтуються на розроблення екологічно безпечніших технологічних рішень, які б забезпечували одночасно високу продуктивність і зменшення антропогенного навантаження. У цьому контексті перспективними є напрями, пов'язані з використанням ресурсозберігальних технологій, вторинної переробки відходів, альтернативних джерел енергії, а також упровадженням нових способів термічної та плазмової обробки сировини. Актуальність досліджень у сфері інтенсифікації феросплавного виробництва посилюється і під впливом сучасного технологічного розвитку. Поява нових конструкцій обладнання, удосконалених систем контролю, автоматизації та цифрового управління виробничими процесами створює умови для більш точного регулювання параметрів плавки, прогнозування якості продукції та оптимізації використання виробничих ресурсів. Крім того, в умовах глобалізації світового ринку феросплавів суттєво загострюється конкуренція між виробниками. Конкурентні переваги отримують насамперед ті підприємства, які здатні забезпечити високу якість продукції, економічну ефективність виробництва та відповідність сучасним екологічним вимогам [1].

Середньорічні темпи зростання світового ринку феросплавів прогнозується на рівні 7% [2]. За підсумками 2025 року феросплавні підприємства України збільшили випуск продукції на 17%, але у 2021 році виробляли майже у сім разів більше [3].

За даними Української асоціації виробників феросплавів частка витрат на електроенергію у собівартості продукції електрометалургійних підприємств у 2025 році становила майже 40% [4]. Ситуація загострилася через постанову НКРЕКП (Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг) від 16.01.2026 року, якою встановлено максимальну граничну ціну на рівні 15 тис. грн/МВт·год [5]. Враховуючі значні витрати споживаної електроенергії, інновації, які будуть направлені на досягнення мінімальних витрат електроенергії, дозволять заощадити значні кошти при виробництві феросплавів.

АТ «Нікопольський завод феросплавів» [6] – найбільше в Україні підприємство з виробництва сіліко- і феромарганцю, але виникає необхідність вдосконалення операційної системи підприємства, тобто виробничих і технологічних процесів, раціонального використання ресурсів, зниження витрат шляхом впровадження інновацій, що зумовлено потребою у технологічній модернізації, зниженні енергоємності, підвищенні екологічної безпеки, адаптації до воєнно-економічних викликів та зміцненні конкурентних позицій на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Феросплавні підприємства, які експлуатують десятки електродугових печей, страждають від високих цін на електроенергію, зростання витрат на перевезення у 10-20 разів, не можливо застрахувати свої активи, підприємства частково перебувають в режимі простою. Для АТ «Нікопольський завод феросплавів» це означає, що без впровадження енергоощадних технологій, модернізації печей, оптимізації виробничих режимів, розвитку альтернативних

джерел енергії та вдосконалення систем управління витратами забезпечити стабільне функціонування підприємства буде важко.

Тому впровадження автоматизованої системи управління технологічними процесами, що пов'язано з модернізацією виробництва, впровадженням цифрових технологій, підвищенням енергоефективності та оптимізацією процесів, буде безпосередньо спрямовано на вдосконалення операційної діяльності підприємства. Інновації виступають як інструмент підвищення ефективності операційного менеджменту, що забезпечує зниження собівартості продукції, покращення використання ресурсів та підвищення результативності діяльності АТ «Нікопольський завод феросплавів».

Перелік посилань

1. Нежурін В., Башлий С., Коваленко В., Тугуший Р. Дослідження можливості інтенсифікації процесу виробництва феросплавів. *Металургія.* 2025. № 2. С. 135–142. URL: https://doi.org/10.26661/2071-3789-2025-2-15

2. Аналітика ринку феросплавів. URL: https://www.skyquestt.com/report/ferroalloys-market

3. Україна збільшила виробництво феросплавів на 17% у 2025 році. URL: https://gmk.center/ua/news/ukraina-zbilshyla-vyrobnytstvo-ferosplaviv-na-17-r-r-u-2025-rotsi/

4. УкрФА закликає до пілотного впровадження держпідтримки електрометалургійної галузі. URL: https://gmk.center/ua/news/ukrfa-zaklikaie-do-pilotnogo-vprovadzhennya-derzhpidtrimki-elektrometalurgijnoi-galuzi/

5. Про граничні ціни на ринку «на добу наперед», внутрішньодобовому ринку та балансуючому ринку. Постанова від 16 січня 2026 р. № 70. URL: https://www.nerc.gov.ua/acts/pro-granichni-cini-na-rinku-na-dobu-napered-vnutrishnodobovomu-rinku-ta-balansuyuchomu-rinku-6

6. Офіційний сайт АТ «Нікопольський завод феросплавів». URL: https://www.nzf.com.ua/main.aspx

РЕСТРУКТУРИЗАЦІЯ ЯК ДІЄВИЙ ІНСТРУМЕНТ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Панасюк Ірина Олександрівна, група МО-54М
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Буняк Надія Михайлівна**

Високий рівень невизначеності сучасного бізнес-середовища, обумовлений швидкими технологічними змінами, загостренням соціально-економічних та екологічних проблем, активізацією глобалізаційних процесів, трансформацією ринкових відносин, посиленням конкурентної боротьби за споживача, значно ускладнює функціонування підприємств та вимагає від них застосування ефективних механізмів антикризового управління, здатних не лише забезпечити стабілізацію діяльності, а й виживання у довгостроковій перспективі. Одним із найбільш дієвих інструментів уникнення, нейтралізації та подолання кризових явищ є реструктуризація, яка дозволяє суб'єкту господарювання не лише адаптуватися до турбулентних процесів зовнішнього середовища, а й підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити стратегічну конкурентоспроможність шляхом впровадження різного роду організаційних, технічних та фінансових перетворень.

Особливої значущості реструктуризація набуває в умовах невизначеності, коли підприємства стикаються з високим рівнем ризику, непередбачуваністю змін ринкової кон'юнктури, порушенням усталених господарських зв'язків, обмеженістю ресурсів тощо. Вона розглядається як комплексний процес цілеспрямованих змін у структурі, бізнес-процесах, ресурсному забезпеченні та системі управління, спрямований на усунення причин кризи, відновлення платоспроможності, підвищення результативності діяльності та забезпечення довгострокового розвитку. З огляду на вищезазначене, основними її цілями є: виведення підприємства з кризи, забезпечення ефективності його діяльності та збільшення ринкової вартості [1, с. 68].

Важливо зазначити, що реструктуризація є актуальною як для підприємств, які перебувають у кризовому стані, так і для тих, що успішно функціонують, оскільки дозволяє не лише подолати кризові явища, а й стабілізувати фінансово-економічний стан, підвищити ефективність використання ресурсів, оптимізувати організаційну структуру та бізнес-процеси, забезпечити зростання конкурентоспроможності й інвестиційної привабливості, а також створити передумови для довгострокового розвитку та збільшення ринкової вартості.

З огляду на це, її доцільно розглядати у двох аспектах – реактивному та превентивному. Реактивна (оперативна) реструктуризація застосовується в умовах уже наявної кризи, що проявляється у збитковості та неплатоспроможності, і спрямована на забезпечення виживання підприємства, стабілізацію його фінансового стану та запобігання банкрутству. Натомість превентивна (стратегічна) реструктуризація реалізується за наявності перших ознак погіршення діяльності або змін ринкового середовища і має на меті запобігання кризі, збереження конкурентних позицій та забезпечення стратегічного розвитку підприєм-

ства.

На нашу думку, реструктуризація – це не одноразовий захід, а безперервний процес, який супроводжує діяльність підприємства протягом усього його життєвого циклу. З позиції системного підходу вона охоплює всі аспекти його діяльності, зокрема виробництво, фінанси, управління, персонал та маркетинг, забезпечуючи їх узгоджену взаємодію у процесі трансформаційних змін. Її ефективність насамперед залежить від застосування адекватних ситуації організаційно-економічних механізмів [2, с. 143] та дотримання відповідних принципів, основними з яких є: системність, комплексність, цілеспрямованість, адаптивність, гнучкість, поетапність, соціальна орієнтованість, безперервність.

Варто зазначити, що універсальної моделі реструктуризації не існує, оскільки її зміст, інструменти та механізми реалізації визначаються специфікою умов функціонування кожного окремого суб'єкта господарювання. На вибір її напрямів і форм впливають такі чинники, як сфера діяльності підприємства, стадія його життєвого циклу, фінансовий стан, рівень конкурентоспроможності, наявний ресурсний потенціал, а також характер прояву кризових явищ. Крім того, важливу роль відіграють зовнішні фактори, зокрема макроекономічна ситуація, зміни ринкової кон'юнктури, рівень конкуренції, нормативно-правове середовище, ступінь невизначеності тощо.

У зв'язку з цим процес реструктуризації повинен мати індивідуалізований характер, ґрунтуватися на комплексному аналізі внутрішнього і зовнішнього середовища підприємства, враховувати стадію розвитку кризових явищ у його діяльності та охоплювати такі етапи, як: діагностика стану підприємства; визначення цілей та завдань реструктуризації; розроблення програми реструктуризації; реалізація реструктуризаційних заходів; контроль і моніторинг результатів; закріплення результатів та розвиток.

Водночас слід враховувати те, що реструктуризація, попри її стратегічну доцільність, є складним та ризикованим процесом, який супроводжується значною кількістю фінансових, організаційних, кадрових, виробничих та маркетингових ризиків, що можуть вплинути на результати трансформаційних змін і навіть погіршити стан підприємства. Зважаючи на це, вона потребує ретельної підготовки, професійного управління та моніторингу результатів.

Отже, реструктуризація є одним із найбільш ефективних інструментів антикризового управління підприємством, що дає змогу не лише кардинально переосмислити його бізнес-модель, оптимізувати використання ресурсів та подолати кризові явища, а й створити передумови для сталого розвитку в майбутньому.

Перелік посилань

1. Кіпа М. О. Сутність та напрями реструктуризації підприємства. *Економіка та держава*. 2017. № 6. С. 64–71.

2. Старов І. В. Організаційно-економічні механізми управління реструктуризацією аграрних підприємств в умовах інтеграційних процесів. *Регіональна економіка*. 2024. № 3. С. 140–148.

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ДРАЙВЕР СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Пантюк Софія Русланівна, група 073-24-1
***Науковий керівник*: д.е.н., проф. Трифонова Олена Василівна**

На поточному етапі глобального економічного розвитку застосування прогресивних технологій виступає одним із ключових чинників забезпечення конкурентоспроможності та підвищення економічної результативності господарюючих суб'єктів.

Визначальна роль інноваційних технологій у функціонуванні суб'єктів господарювання полягає у забезпеченні передумови для модернізації виробничої бази та впровадження організаційно-технічних рішень. Це, своєю чергою, значно підвищує спроможність організації до оптимізації використання наявних ресурсів.

У контексті інноваційного розвитку, як свідчать результати дослідження Я. Майовець [1, с. 69], інтеграція технологічних інструментів з модернізацією управлінських процедур сприяє підвищенню виробничих показників, що виступає об'єктивним критерієм економічної ефективності. Системне застосування сучасної техніки, ресурсозберігаючих технологій, креативного потенціалу персоналу та прогресивних методів управління зумовлює досягнення синергетичного ефекту, який суттєво перевершує сукупний внесок окремих складових інноваційного потенціалу комерційних організацій.

Систематичне використання творчого потенціалу персоналу та передових управлінських підходів, згідно з вищезазначеним підходом Я. Майовця, знаходить своє втілення у діяльності компанії Миронівський хлібопродукт (МХП). Згідно з аналітичними даними порталу Latifundist [2], компанія «Миронівський Хлібопродукт» реалізує це через формування інтегрованої мережі внутрішніх асистентів на базі штучного інтелекту та розгортання корпоративного комунікаційного середовища Workplace. У цьому контексті, інноваційний розвиток підприємства базується на досягненні синергетичного ефекту, а точніше інтеграція цифрових рішень (зокрема, платформи Digital Agro та технологій штучного інтелекту) у традиційний аграрний сектор дає змогу компанії не лише оптимізувати виробничі процеси, а й трансформуватися у суб'єкт ІТ-індустрії, що продукує власні продукти, забезпечуючи при цьому результат, котрий значно перевершує сумарний внесок окремих технологічних впроваджень.

На окрему увагу заслуговує дослідження О. Димченко, Н. Матвєєва, Є. Козир [3, с. 30], щодо впровадження AI-систем задля суттєвої економії організаціями як у сфері людського капіталу, так і фінансових ресурсів. Водночас це сприяє підвищенню рівня рентабельності через оптимізацію оперативних процедур та зниження витрат, асоційованих з менеджментом даних.

Переконливим практичним прикладом цього слугує досвід української логістичної компанії «Нова пошта», яка запровадила інноваційну технологію штучного інтелекту (ШІ), що забезпечує автоматизований моніторинг відповід-

ності операцій встановленим нормативам. Згідно з даними Казанцева Д. [4], зазначена ШІ-система на щоденній основі реєструє поточний стан діяльності структурних підрозділів та проводить аналіз їхньої відповідності внутрішнім корпоративним нормативам. Автоматизація дозволила суттєво оптимізувати часові та матеріальні витрати, пов'язані з процедурами контролю якості у численних відділеннях, а також посприяла підвищенню загальної якості послуг, що надаються. Крім того, це сприяло істотному зменшенню ресурсних витрат на проведення фізичних інспекцій та підвищенню об'єктивності процесу оцінювання.

Згідно з інформацією, наданою керівником впровадження штучного інтелекту в «Новій пошті» [5], на поточний момент основними напрямками подальшого розвитку та застосування ШІ є прогнозування в логістичних операціях, автоматизація процесів обслуговування клієнтів, а також оптимізація управлінських процесів у сфері управління людськими ресурсами (HR).

Позитивний вплив передових технологій підтверджується їхнім ефективним застосуванням у традиційних галузях господарства. Згідно з аналізом Л. Уніята [6, с. 154-156], у контексті агропромислового сектору цифрова трансформація, зокрема, автоматизоване оброблення даних, електронна комерція, системи відстеження продукції та цифрове управління логістикою виступають ключовим каталізатором збільшення рентабельності підприємств.

Уповадження передових інноваційних технологій зумовлює не лише зміцнення конкурентних позицій суб'єкта господарювання, але й посилення його адаптивності до динаміки ринкового середовища, а також забезпечує зростання ринкової вартості компанії. Цей ефект знаходить своє відображення у таких ключових стратегічних показниках, як розширення ринкової частки, поглиблення клієнтської лояльності (NPS) та максимізація їхньої довгострокової економічної цінності (Customer Lifetime Value).

Таким чином, застосування сучасних прогресивних технологій генерує потужний взаємодоповнюючий ефект: з одного боку, це сприяє зростанню операційної ефективності та оптимізації внутрішніх процесів організації, а з іншого – відкриває нові можливості для нарощування фінансових надходжень та зміцнення ринкових позицій, що, зрештою, прямо впливає на прибутковість компанії.

Перелік посилань

1. Майовець Я. М. Дослідження ефективності інноваційного розвитку аграрного підприємництва в Україні : дис. канд. екон. наук : 08.00.04. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2018. 248 с. URL: https://lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/05/dis_mayovets.pdf.

2. МХП. Харчова та агропромисловість, технології. *Latifundist.com*. URL: https://latifundist.com/kompanii/51-mironovskij-hleboprodukt.

3. Димченко О., Матвєєва Н., Козир Є. Ефективність впровадження технологій штучного інтелекту в бізнес-процеси корпоративних структур. *Економічна наука. Серія: Економічна наука*. 2024. Т. 5. № 186. С. 25-32. URL: https://khges.kname.edu.ua/index.php/khges/uk/article/view/6356

4. Казанцев Д. «Нова пошта» довірила перевірку відділень штучному інтелекту. *Українська правда. Межа*. URL: https://mezha.ua/news/u-noviy-poshti-teper-zaymayetsya-perevirkami-shtuchniy-intelekt-306658/.

5. Городинська В. Від чат-ботів та аналізу даних до створення відео: як український бізнес освоює ШІ. *Бізнес24*. URL: https://24tv.ua/business/shtuchniy-intelekt-ukrayinskomu-biznesi-yak-yogo-vikoristovuyut_n3006412.

6. Уніят Л. М. Інформаційно-комунікаційні технології як фактор інноваційного розвитку агропромислових підприємств. *Інноваційна економіка*. 2019. № 7-8. С. 152-159. URL: https://surl.li/hgvwbf.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ КУЛЬТУРОЮ ПІДПРИЄМСТВА

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Панфілова Евеліна Вікторівна, група Мен-43
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Ющишина Лариса Олексіївна**

Організаційна культура є сукупністю зовнішніх проявів і внутрішніх цінностей, які формують поведінку працівників підприємства. Вона відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності діяльності організації, впливаючи на прийняття управлінських рішень, рівень взаємодії персоналу та здатність підприємства до розвитку. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання оцінювання ефективності управління організаційною культурою.

У сучасній науковій та прикладній практиці виділяють ряд методичних підходів до оцінювання корпоративної культури, зокрема: поведінковий, ціннісний, підхід на основі моделі рівнів організаційної культури, підхід на основі моделі конкуруючих цінностей, а також комбінований підхід [1; 2].

Поведінковий підхід базується на аналізі фактичної поведінки працівників і реальних управлінських практик. Він передбачає використання спостереження, аналізу робочих процесів та опитувань щодо фактичних дій персоналу. Такий підхід дозволяє визначити відповідність між задекларованими цінностями та реальною поведінкою.

Ціннісний підхід орієнтований на дослідження системи норм і цінностей організації. Його реалізація здійснюється через аналіз корпоративних документів, інтерв'ю та опитування працівників. Це дає змогу оцінити рівень інтеграції цінностей у діяльність підприємства.

Важливим є підхід, заснований на моделі рівнів організаційної культури, який передбачає аналіз артефактів, задекларованих цінностей та базових припущень. Його перевага полягає у можливості встановлення причинно-наслідкових зв'язків між глибинними установками та поведінкою персоналу [3].

Поширеним у міжнародній практиці є підхід на основі моделі конкуруючих цінностей, який дозволяє класифікувати культуру підприємства за типами (кланова, ієрархічна, ринкова, адхократична) та оцінити її відповідність стратегічним цілям.

У практичній діяльності найбільш ефективним є комбінований підхід, що поєднує зазначені методики та забезпечує комплексну оцінку організаційної культури, включаючи визначення розриву між бажаним і фактичним станом.

Оцінювання ефективності управління організаційною культурою здійснюється за такими критеріями: узгодженість цінностей зі стратегією підприємства, рівень залученості персоналу, ефективність комунікацій, дотримання корпоративних норм, інноваційність та адаптивність.

Серед прикладних інструментів діагностики організаційної культури доцільно виокремити модель О'Рейлі-Четмен-Келдуелл [4], що дозволяє визначати ціннісні характеристики організації; модель Харріса-Морана, яка передбачає

багатофакторний аналіз культури [5]; а також внутрішні методики діагностики, що реалізуються через опитування, інтерв'ю та аналіз організаційних практик. Ці інструменти використовуються як основа для подальшої оцінки ефективності управління організаційною культурою, що здійснюється через встановлені критерії та шкали аналізу.

Особливе значення в оцінюванні організаційної культури має аналіз колективного договору як формалізованого інструменту регулювання соціально-трудових відносин. Колективний договір відображає управлінські цінності, рівень соціального партнерства та ступінь інституціоналізації корпоративних норм. Такий аналіз дозволяє оцінити соціальну відповідальність підприємства, характер взаємодії між персоналом і керівництвом, рівень залученості працівників та ефективність механізмів врегулювання конфліктів. Для комплексної оцінки доцільно застосовувати систему показників із шкалою від 0 до 5, що включає повноту договору, відповідність законодавству, узгодженість зі стратегією, контроль виконання та фактичну реалізацію положень.

Отже, ефективне управління організаційною культурою потребує комплексного підходу, що поєднує різні методики оцінки та аналіз колективного договору як індикатора розвитку культури. Такий підхід дозволяє оцінити відповідність корпоративних цінностей стратегічним цілям, рівень залученості персоналу, соціальне партнерство та ефективність управлінських практик, а також визначити напрями вдосконалення корпоративної культури.

Перелік посилань

1. Malone P.S. Culture and Organizations. *Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance.* Cham: Springer, 2018. P. 1266–1270. URL: https://link.springer.com/rwe/10.1007/978-3-319-20928-9_105.

2. Fripp J. Schein's Model of Organizational Culture. URL: https://www.myorganisationalbehaviour.com/scheins-model-of-organizational-culture/ (дата звернення: 01.04.2026).

3. Organizational Behaviour: Organizational Culture. URL: https://kpu.pressbooks.pub/1215organizationalbehaviour/chapter/chapter-14/.

4. O'Reilly C. A., Chatman J., Caldwell D. F. People and organizational culture: A profile comparison approach. *Academy of Management Journal.* 1991. Vol. 34, № 3. P. 487–516. URL: https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=832054.

5. Harris P. R., Moran R. T. *Managing Cultural Differences: Leadership Strategies for a New World of Business*. 9th ed. Amsterdam : Elsevier, 2007. 576 p. URL: https://shop.elsevier.com/books/managing-cultural-differences/harris/978-0-08-057408-0 (дата звернення: 03.04.2026).

MANAGEMENT OF INNOVATION ADAPTATION IN OIL AND GAS ENTERPRISES UNDER INSTABLE MARKET CONDITIONS

Dnipro University of Technology

Pashchenko Diana, MN-25-2
Scientific Advisor: **Cand.Econ.Sc., Associate Professor Papizh Yu. S.**

The modern oil and gas industry of Ukraine operates under conditions of market instability, technological changes, and regulatory pressure. Effective management of innovation adaptation becomes a critical factor for maintaining competitiveness and operational efficiency. Enterprises that extract hydrocarbons using mechanized methods, particularly electric submersible pump (ESP) units, face the need to integrate technological innovations while minimizing risks and maximizing return on investment. This article addresses the management principles of innovation adaptation, including decision-making models, risk assessment, resource allocation, and performance evaluation.

For oil and gas enterprises operating in the Dnipro-Donetsk region, the external environment is characterized by volatile oil prices (range 50–90 USD per barrel over the last two years), changes in tax legislation, and limited access to foreign equipment due to logistics constraints. Internally, enterprises have aging equipment (average service life 12–15 years) and a need to implement digital monitoring systems. Management innovation in this context requires balancing short-term financial stability and long-term technological renewal.

The methodology for managing innovation adaptation is based on a combination of project management approaches (PMBOK, Agile for IT components) and change management theories (Kotter's 8-step model). Key performance indicators include the innovation adoption rate (number of implemented innovations per year), the ratio of R&D expenses to operating income (target 3–5 %), and the mean time to integrate a new technology (target less than 6 months). In addition, a risk register is maintained, quantifying the probability of technical failure, budget overrun, and personnel resistance.

Initial data for management analysis include: total number of wells in operation – 45, current ESP failure rate – 0.35 failures per well per year, average workover cost – 120,000 USD, average production loss per failure – 320 barrels of oil equivalent. The required innovation portfolio is formed from three groups: technological (gas separators, wear-resistant coatings), digital (telemetry systems, predictive maintenance software), and organizational (cross-functional teams, lean maintenance procedures). The expected effect is a reduction in failure rate to 0.20 failures per well per year within 18 months.

The required investment for implementing the innovation portfolio is calculated as the sum of equipment costs, training costs, and project management overhead. An approximate calculation gives total CAPEX of 1.8 million USD and annual OPEX increase of 120,000 USD. For such conditions, a stage-by-stage implementation plan is chosen: first stage (months 1–6) – installation of gas separators on 15 wells with highest gas factor; second stage (months 7–12) –

deployment of telemetry on all wells; third stage (months 13–18) – training and process optimization.

Complicated management conditions introduce substantial corrections. When personnel resistance is high (more than 40 % of employees opposing changes), the implementation speed decreases by 50–70 %. To prevent this, change management techniques are applied: early involvement of key specialists, transparent communication of benefits, and pilot projects demonstrating quick wins. The effectiveness of resistance mitigation reaches 80 % when the management team dedicates at least 4 hours per week to communication and feedback.

For conditions of high budget uncertainty (oil price volatility of more than 20 % per quarter), it is recommended to use flexible budgeting with quarterly reallocation of funds. A risk reserve of 15 % of total project cost is established. The estimated payback period of the innovation portfolio is 2.5–3.5 years, compared to 5–6 years without active management.

An additional factor is the lack of qualified personnel to operate new equipment. In this case, the management plan includes a training program (40 hours of theoretical and practical courses per employee) and the creation of a knowledge base with troubleshooting guides.

Practical management of innovation adaptation for a medium-sized enterprise with 45 wells showed the necessity of establishing a dedicated innovation committee composed of the chief engineer, production manager, and financial controller. The committee meets bi-weekly to review progress, approve budget changes, and resolve cross-departmental issues. The committee's authority includes stopping the implementation of a specific innovation if performance indicators are not met for two consecutive quarters.

Calculated management performance indicators are summarized in Table 1.

Table 1 – Calculated management performance indicators for innovation adaptation

Parameter	Value	Unit
Total wells	45	units
Baseline failure rate	0.35	failures/well/year
Target failure rate after 18 months	0.20	failures/well/year
Total investment (CAPEX)	1.8	million USD
Annual OPEX increase	0.12	million USD/year
Expected payback period	3.0	years
Risk reserve	15	% of CAPEX
Training hours per employee	40	hours
Innovation committee meeting frequency	2	weeks

After implementing the innovation portfolio, performance is monitored using a balanced scorecard: financial (actual vs. planned OPEX, payback progress), customer (internal stakeholder satisfaction with new equipment), process (failure rate, mean time to repair), and learning (training completion rate, employee suggestions for improvement). Quarterly innovation audits are conducted by an external consultant to ensure unbiased evaluation.

Thus, a structured management approach to innovation adaptation – considering risk, personnel factors, budgeting flexibility, and performance metrics – allows oil and gas enterprises to achieve stable operations, reduce failure rates, and maintain economic efficiency under unstable market conditions. For the conditions of the Dnipro-Donetsk region, it is recommended to implement a stage-by-stage innovation portfolio with a dedicated committee and quarterly reviews. This will ensure reliable operations and a payback period of 2.5–3.5 years.

References:

1. McKinsey& Company. (2026). Four shifts redefining the oil and gas operating model of the future. https://www.mckinsey.de/industries/oil-and-gas/our-insights/four-shifts-redefining-the-oil-and-gas-operating-model-of-the-future

2. Putra, O. G., Suzianti, A., & Yassierli. (2025). Enhancing Organizational Agility in Sustaining Indonesia‘s Upstream Oil and Gas Sector: An Integrating Human-Technology-Organization Framework Perspective. Sustainability, 17(24), 11346. https://doi.org/10.3390/su172411346

3. Abdulmuhsin, A. A., Hussein, H. D., Rehman, S. U., Bhat, M. A., & Dbesan, A. H. (2025). Driving interactive green innovation in traditional industries: the impact of AI and KM in the oil and gas sector. International Journal of Energy Sector Management. https://doi.org/10.1108/IJESM-01-2025-0031

4. Munawar, A., Prabowo, H., Abdinagoro, S. B., & Alamsjah, F. (2025). Dynamic Capabilities and Green Innovation in Oil and Gas Sector: The Mediating Effects of Strategic Agility. International Journal of Innovation and Technology Management. https://doi.org/10.1142/S0219877025500051

5. Custode, C. (2025). Capital Allocation Model (CAM): A Multi-Criteria Framework for Oil & Gas Offshore Project Prioritization. SSRN. https://ssrn.com/abstract=5484986

6. Christopher, E. F., Igbinere, S. A., & Ohenhen, I. (2025). A Machine Learning-Based Predictive Maintenance for Electric Submersible Pumps in Petroleum Production. Advances in Engineering Design Technology, 7(2). https://doi.org/10.5281/zenodo.16637356

7. Batallas, E., Enriquez, L., Hill, C. R., Lavin, M., Loaiza, R., Salazar, J., Songchitruksa, P., & Torres, R. (2025). Enhancing ESP Reliability: Synergizing Novel Machine Learning Prediction Model with Operational Practices for Failure Reduction. SPE ADIPEC 2025. https://doi.org/10.2118/230049-MS

8. Time-aware predictive maintenance of electrical submersible pumps using catboost ensemble learning and trend-based labeling. (2025). Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 15, 147. https://doi.org/10.1007/s13202-025-02070-z

9. The KPI Institute. (2025). The Top 25 Oil and Gas KPIs — 2025 Edition. https://news.kpiinstitute.org/the-top-25-oil-and-gas-kpis-report-has-arrived-whats-inside-the-first-edition-of-the-2025-series/

БАНКІВСЬКА СИСТЕМА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ: РИЗИКИ ТА ОЦІНКА БЕЗПЕКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Романішина Юлія Іванівна, група 072-24-1
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Крилова Олена Валер'янівна**

Банківська система України у період повномасштабної війни демонструє унікальний приклад стійкості та адаптивності у надзвичайно складних умовах. В умовах активних бойових дій, руйнування інфраструктури, значних економічних втрат та зростання соціальних потреб саме фінансовий сектор став критично важливим механізмом підтримки економічної стабільності та довіри населення. Актуальність дослідження теми зумовлена необхідністю не лише оцінити поточний стан банківської системи, але й виявити ключові ризики, які можуть стати критичними у разі загострення військової ситуації або зовнішньоекономічних шоків. Аналіз даних свідчить, що навіть за умов значного падіння економіки, зокрема зростання інфляції до 8 % у 2025 році та уповільнення реального ВВП до приблизно 2 %, банківська система зуміла не лише зберегти функціональність, а й забезпечити нарощування кредитного портфеля та прибутковості банків, що підкреслює ефективність застосованих державних заходів та політики Національного банку України [1].

Сукупні активи банків на 1 грудня 2025 року досягли 3 733 419 млн грн, що на 9,1 % перевищує показники на початку року, а обсяг кредитів суб'єктам господарювання склав понад 1 027 287 млн грн, тоді як кредити фізичним особам сягнули 344 566 млн грн [2]. Порівняно з 2021-2022 роками, коли активи перебували на рівні 2 трлн грн, та кредитування було обмеженим через підвищену невизначеність, це зростання демонструє не лише стабільність банківської системи, а й її здатність до стратегічної адаптації в умовах високих ризиків. Важливо відзначити, що нарощування портфеля нових кредитів відбувалося при одночасному зниженні частки непрацюючих кредитів (NPL) до 25 % станом на жовтень 2025 року, що є найнижчим рівнем за останнє десятиліття. Реальна частка NPL у державних банках становить 19,5 %, а по системі загалом - 14,3 %, що свідчить про успішне поєднання очищення балансу та нарощування кредитування якісних позичальників [3].

Прибутковість банків також залишалася високою, навіть за умов обмеженої економічної активності. Загальний прибуток банків за січень-листопад 2025 року склав 146,22 млрд грн, при цьому лише 13 % установ були збитковими, що демонструє ефективність управлінських рішень та здатність системи витримувати зовнішні та внутрішні шоки [4]. Висока прибутковість державних банків, таких як ПриватБанк та Ощадбанк, відображає не лише ефективність бізнес-моделі, а й стратегічну роль цих установ у підтримці державних програм соціальної та економічної підтримки, що особливо важливо в умовах війни.

Валютна нестабільність залишається однією з ключових загроз для фінансової системи. Коливання курсу долара та євро протягом 2025 року коливалися в діапазоні 41,35-42,20 грн за долар та 48,30-49,95 грн за євро, створюючи

додаткові ризики для банків та бізнесу. Водночас високий рівень валютних резервів НБУ, який на кінець 2025 року досяг 57,3 млрд доларів, дозволив забезпечити покриття майже шести місяців імпорту та створити буфер проти зовнішніх валютних шоків [1, 5]. Ця стратегія, доповнена активними інтервенціями на міжбанківському валютному ринку, дозволяє значно знизити ризики системного валютного стресу та зберегти довіру бізнесу і населення.

Не менш важливим фактором стабільності є державна підтримка економіки та фінансового сектору. Програма РНБО, запроваджена у 2025 році, спрямована на фінансування критично важливих сфер, таких як освіта, охорона здоров'я, оборона та соціальний захист, а також на стимулювання внутрішнього виробництва та імпортозаміщення, що підвищує стійкість банківського сектора і забезпечує збереження депозитів населення [6]. Такий комплекс заходів демонструє, що банківська система функціонує у тісній взаємодії з державною політикою, дозволяючи мінімізувати ризики для фінансової безпеки громадян і економіки загалом.

Оцінка ризиків показує, що основними викликами залишаються кредитний ризик через можливі неплатежі, валютні коливання та підвищені операційні й кіберризики. Разом з тим позитивна динаміка кредитування, стабільна прибутковість, зниження частки проблемних кредитів та активна державна підтримка створюють надійний фундамент для подальшого розвитку банківської системи. Для посилення безпеки рекомендується посилити аналітичний моніторинг валютних та кредитних ризиків, вдосконалювати механізми контролю NPL, продовжувати політику державного страхування депозитів і стимулювати розвиток інноваційних фінансових продуктів. Ці кроки не лише підтримують стабільність банківської системи, а й створюють передумови для відновлення економіки та забезпечення довгострокового розвитку країни навіть у найскладніших умовах.

Завдяки поєднанню ефективної державної політики, активної кредитної діяльності банків та високого рівня професійного управління фінансовими ризиками українська банківська система демонструє унікальний рівень стійкості, що дозволяє не лише підтримувати економічну стабільність, а й впевнено дивитися у майбутнє. Зниження частки NPL, зростання активів, стабільна прибутковість і довіра населення підтверджують, що навіть у війні банківська система може виконувати ключову роль у підтримці економіки, фінансової безпеки та соціальної стабільності.

Перелік посилань

1. Ukraine's Economic Review 2025 [Електронний ресурс] // Centre for Economic Strategy. - 2025. - Режим доступу: https://ces.org.ua/ukraines-economic-review-2025/

2. Активи банків України [Електронний ресурс] // Мінфін. - Режим доступу: https://index.minfin.com.ua/ua/banks/stat/active/

3. Частка проблемних кредитів у банках України знизилась до мінімуму за 10 років [Електронний ресурс] // Мінфін. - 4 листопада 2025. - Режим доступу: https://minfin.com.ua/ua/2025/11/04/161766410/

4. Рейтинг банків України за фінансовими показниками [Електронний ресурс] // OpenDataBot. - Режим доступу: https://opendatabot.ua/open/bank-ranking

5. Валютні ризики для українців різко зросли: що буде з курсом долара та євро найближчим часом [Електронний ресурс] // Мінфін. - Режим доступу: https://minfin.com.ua/ua/currency/articles/valyutnye-riski-dlya-ukraincev-rezko-vozrosli-chto-budet-s-kursom-dollara-i-evro-v-blizhayshie-dni/

6. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 4.02.2025 р. «Про фінансову стійкість держави в умовах воєнного стану» [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. - Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0003525-25#Text

ЕВОЛЮЦІЯ ПІДХОДІВ ДО РОЗУМІННЯ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Самойленко Юлія Ігорівна, група 073-22-2
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Баранець Ганна Валеріївна**

У сучасних умовах нестабільності зовнішнього середовища, зумовлених геополітичною кризою, воєнними викликами в Україні, питання забезпечення економічної стійкості підприємств набуває особливої актуальності. Традиційні підходи до розуміння стійкості як стабільності вже не відповідають реаліям функціонування бізнесу, що обумовлює необхідність переосмислення цього поняття з урахуванням здатності підприємств адаптуватися, відновлюватися та трансформуватися.

На ранніх етапах розвитку економічної науки поняття стійкості трактувалося досить вузько, переважно як стабільність функціонування системи, тобто її здатність зберігати рівновагу. При визначенні стійкості вказувалось на відсутність значних відхилень від запланованих цільових показників. Цей етап припадав на 1990-ті роки та отримав назву класичного етапу, представниками якого були: Альфред Маршалл [1], який розглядав економічну рівновагу як стан стабільності ринку, та Леон Вальрас [2], який обґрунтував модель загальної економічної рівноваги.

Неокласичний етап, який припадає на 1990–2000-ті роки характеризується розширенням підходів −стійкість визначається як здатність протистояти негативним впливам, забезпечити функціонування в умовах ризику, дотримуватися умов фінансової рівноваги під впливом зовнішніх загроз. Отже, підґрунтям забезпечення стійкості вважається не тільки стабільність, а й здатність чинити опір змінам.

У цей період поняття стійкості застосовується до підприємств. Так, Пітер Друкер [3] підкреслював важливість ефективного управління для забезпечення стабільності організації. Ігор Ансофф пов’язував стійкість із стратегічним управлінням і здатністю реагувати на зміни [4].

Системний етап у розумінні стійкості охоплює період 2000–2015 рр. В цей час стійкість розглядається науковцями як комплексна характеристика, яка включає фінансову, виробничу, інвестиційну, організаційну складові. Підприємство визначається як система, а стійкість системи залежить від узгодженості її елементів. В цей період з’являється багато наукових досліджень, присвячених проблемі інтегральної оцінки стійкості, обґрунтуванню введення комплексних показників в розрахункові моделі стійкості.

Для адаптивного етапу, який тривав орієнтовно з 2015 до 2020 року, характерне визначення стійкості як здатності до адаптації. Під впливом глобалізації та швидких змін у середовищі акцент у визначенні зміщується, її характерними рисами є: гнучкість управління, швидкість реагування, перебудова бізнес-процесів. Важливими на цьому етапі також стають інновації, цифровізація, стратегічне управління. Найбільш значущими в цей період є праці М. Портера.

На сучасному етапі стійкість більше звучить як resilience (резильєнтність). Після криз XXI століття (особливо COVID-19 та війни в Україні) формується нова парадигма, яку розвивають Карл Фольке, Браян Уокер, низка вітчизняних науковців.

Загалом сучасне бачення резильєнтності охоплює три основні компоненти [5]: резистентність (здатність витримувати зовнішні удари без істотної втрати функціонування), здатність до відновлення (оперативне повернення до оптимального стану) та трансформаційну адаптивність (уміння перебудовувати бізнес-модель відповідно до нових умов). Саме останній елемент має особливе значення в українських реаліях, адже відбувається перехід від розуміння резильєнтності як інструмента тактичного виживання до його сприйняття як довгострокового джерела конкурентних переваг. Отже, стійкість сьогодні визначається не просто як синонім стабільності, а розуміється як динамічна здатність виживати і розвиватися в кризах.

Фахівці всесвітньовідомої консалтингової компанії BCG [6] пропонують розглядати концепцію резильєнтності бізнесу, описуючи такі напрями її забезпечення: технологічна, фінансова, операційна, організаційна, у сфері ESG, трансакційна та маркетингова резильєнтність, інноваційні бізнес-моделі. При цьому різні види резильєнтності знаходяться у тісному взаємоз'язку, взаємопоєднуються для формування загальної стійкості соціально-економічної системи.

Отже, дослідження еволюції наукових підходів до визначення стійкості свідчить про перехід від статичного розуміння стабільності до динамічної концепції резильєнтності. У сучасних умовах економічна стійкість підприємства визначається як здатність не лише зберігати рівновагу, але й адаптуватися, відновлюватися та розвиватися в умовах криз і невизначеності.

Перелік посилань

1. Маршалл А. Принципи економічної науки. Київ : Основи, 2003. 594 с.
2. Вальрас Л. Елементи чистої політичної економії. Київ : КНЕУ, 2006. 412 с.
3. Drucker P.F. The Practice of Management. New York : HarperCollins, 2010. 416 p.
4. Pererva Inna, Yedynak Volodymyr. Strategic management of the enterprise as the main tool in the hands of the modern manager. *Innovation and Sustainability*. 2022. P.159-164. URL :10.31649/ins.2022.3.159.164.
5. Open AI. ChatGPT (3.5) [large language Model]. URL : https://chat.openai.com/.
6. Business Resilience in Times of Uncertainty. BCG. URL: https://www.bcg.com/capabilities/businessresilience.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМУ ВИРОБНИЧОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Свиридюк Руслана Русланівна, група Мен-34
***Науковий керівник:* зав. каф., д.е.н., доц. Хомюк Наталія Леонідівна**

В сучасних умовах розвитку економіки значний вплив для ефективної діяльності підприємства відіграє впровадження цифрових технологій. Підвищений рівень конкуренції та динамічність зовнішніх факторів змушують підприємства переглянути традиційні методи управління, насамперед у сфері виробничого менеджменту. Застосування сучасних технологій надає підприємствам можливість підвищувати ефективність діяльності, оптимізувати витрати та покращувати якість продукції, що напряму впливає на їх ринкову конкурентоспроможність [1]. Окрім цього, цифровізація управлінських процесів сприяє впровадженню інноваційних моделей прийняття рішень, які базуються на глибокому аналізі даних і застосуванні сучасних інформаційних систем [2]. Таким чином, дослідження інтеграції цифрових технологій у виробничий менеджмент залишається актуальним і має важливе практичне значення.

Цифрові технології в управлінні підприємством представляють собою комплекс сучасних інформаційних інструментів та інноваційних рішень, які дозволяють здійснювати збір, обробку, аналіз та використання даних з метою підвищення ефективності процесу прийняття управлінських рішень. До основних компонентів цифровізації належать Big Data, штучний інтелект, IoT та хмарні обчислення. Ці технології сприяють безперервному обміну інформацією між усіма елементами виробничої системи, забезпечуючи їхню інтегровану й ефективну взаємодію [3]. Застосування цих технологій сприяє підвищенню рівня прозорості виробничих процесів, забезпечує їх моніторинг в режимі реального часу та дає змогу оперативно реагувати на будь-які відхилення від запланованих показників. Цифрова трансформація підприємства охоплює не просто використання окремих технологічних інновацій, але й глибоку перебудову системи управління, організаційної структури та оптимізацію бізнес-процесів. Це зумовлює потребу у впровадженні інноваційних управлінських підходів, спрямованих на глибоку інтеграцію цифрових технологій у всі рівні виробничого менеджменту. Даний підхід спрямований не лише підвищити загальну ефективность функціонування підприємства, але й забезпечує його здатність оперативно адаптуватися до динамічних змін сучасного економічного середовища.

У процесі цифровізації економіки виробничий менеджмент зазнає значних трансформацій, що виявляються у зміні принципів організації та управління виробничими процесами. Основним чинником цих змін є впровадження автоматизованих систем управління, які сприяють суттєвому підвищенню ефективності планування, контролю та аналізу виробничої діяльності. Сучасні підприємства дедалі активніше впроваджують інтегровані інформаційні системи, які об’єднують усі етапи виробничих процесів у єдину цифрову платформу. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність управління та значно прискорити

процес ухвалення рішень [4]. Також цифрові технології забезпечують високу адаптивність виробничих процесів, що набуває особливого значення в умовах динамічних змін ринкового середовища та зростаючої потреби у персоналізованих рішеннях. Однією з основних характеристик сучасного виробничого менеджменту є впровадження технологій моніторингу та аналізу даних у режимі реального часу. Це дозволяє швидко виявляти будь-які відхилення у виробничих процесах та оперативно реагувати на них для їх усунення. Це допомагає не лише збільшити продуктивність праці, але й підвищити якість продукції та зменшити витрати підприємства. Разом з тим інтеграція цифрових технологій у сферу виробничого менеджменту сприяє оптимізації використання ресурсів, якот матеріальних, трудових і фінансових. Це, своєю чергою, виступає ключовим чинником у підвищенні загальної ефективності функціонування підприємства [2].

Разом із численними перевагами впровадження цифрових технологій у систему виробничого менеджменту супроводжується і певними викликами. Однією з основних проблем є значні початкові витрати на впровадження сучасних технологій, що часто стає серйозною перешкодою для їхнього використання, особливо на малих та середніх підприємствах. Додатково, значною перешкодою виступає недостатній рівень цифрової компетентності співробітників, що вимагає залучення додаткових ресурсів для організації навчання та підвищення кваліфікації персоналу. Також слід враховувати ризики, пов’язані з кібербезпекою, адже зі збільшенням рівня цифровізації значно зростає вразливість інформаційних систем перед зовнішніми загрозами. Однією з ключових проблем залишається спротив працівників до змін, що здатне значно ускладнити процес реалізації інноваційних рішень [5].

Отже, впровадження цифрових технологій у систему виробничого менеджменту є необхідною умовою забезпечення ефективного функціонування підприємств у сучасних умовах господарювання. Застосування цифрових технологій сприяє зростанню ефективності роботи, оптимізації витрат і підвищенню якості продукції. У результаті це забезпечує зміцнення конкурентних переваг підприємств. Водночас для досягнення найвищих результатів у процесі цифрової трансформації слід враховувати наявні виклики та розробляти всебічний підхід до запровадження інновацій. Це включає розвиток цифрових навичок працівників, оптимізацію організаційної структури та забезпечення високого рівня захисту інформації.

Перелік посилань

1. Лебідь О. В. Цифрові та інформаційні технології в управлінні підприємством: реальність та погляд у майбутнє. *Економіка та суспільство.* 2023. № 55. URL: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-55-19

2. Хахалєв Д. О. Формування адаптивної стратегії управління підприємством в умовах цифрової трансформації. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит.* 2025. С. 119-128. № 6. URL: https://doi.org/10.20998/2313-8890.2025.06.09

3. Нестерова К. Цифрові технології як чинник трансформації стратегічного управління підприємствами. *Управління змінами та інновації.* 2024. № 12. С. 117–121. URL: https://doi.org/10.32782/CMI/2024-12-18

4. Задоя В. О., Чеботарьов О. О. Наукові підходи та ключові аспекти моделі впровадження інноваційних технологій в систему виробничого менеджменту промислових підприємств. *Економіка та управління підприємствами транспорту.* 2024. № 10. С. 109–116. URL: https://doi.org/10.15802/rtem2023/300013

5. Куклін О. В., Іванова І. В., Боровик Т. М. Штучний інтелект у менеджменті цифрової трансформації бізнесу. *Маркетинг і цифрові технології.* 2025. Т. 9. № 3. С. 44–65. URL: https://mdt-opu.com.ua/index.php/mdt/article/view/423

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ РОЗРОБКИ ГАЗОВОГО РОДОВИЩА МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ ІГОР

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сливенко Анастасія Олексіївна, група 051-24-1
Науковий керівник: д.т.н., проф. Пістунов Ігор Миколайович

Сучасна політика в сфері енергетики України та світу все більше починає орієнтуватись на забезпечення власної енергетичної безпеки, проводячи заходи щодо зменшення залежності від імпорту енергоресурсів та диверсифікації джерел енергії, а саме нарощуванням власного видобутку. Природний газ є одним з ключових джерел енергії поруч з нафтою та вугіллям. Проте його видобуток характеризується високими фінансовими витратами та ризиками. А в умовах економічної нестабільності такі витрати мають бути виправданими, що обґрунтовує використання економічно-математичних методів, що допоможуть обрати оптимальну стратегію видобутку газу в умовах невизначеності. Для дослідження було обране родовище природного газу Олеську площу, геологічна багатогранність якого, а саме наявність покладів традиційного і не традиційних газів, створює складну задачу вибору технології видобутку.

Вибір типу розробки родовища є складною задачею, яку ми вирішували методами теорії ігор. Для побудови платіжної матриці гри ми визначаємо прибутки для кожного сполучення можливих станів природи та можливих стратегій видобутку. Як стани природи ми беремо параметри глибини, для якої береться значення 3000 метра та 4000 метра, та об’єму, для якого береться значення 1 трлн м3 та 1,5 трлн м3 [1]. Формуємо на основі цього 4 стани природи S:

S1 – 3000 м глибини, 1 трлн м3 об’єму;
S2 – 4000 м глибини, 1 трлн м3 об’єму;
S3 – 3000 м глибини, 1,5 трлн м3 об’єму;
S4 – 4000 м глибини, 1,5 трлн м3 об’єму.

На Олеській площі присутні газові запаси традиційного газу, сланцевого газу та центрально-басейнового газу. Формуємо множину стратегій А:

А1 – традиційний газ;
А2 – сланцевий газ;
А3 – центрально-басейновий газ.

Ціна газу була встановлена на основі даних торговельної точки TTF станом на 17.11.25 (30,46 EUR/МВт-год) [2]. Шляхом конвертації через коефіцієнт 1МВт-год = 95,31м3 та крос-курс банків на 17.11.25 1 EUR = 1,14 USD визначена ціна 0,36 USD/м3. Витрати розглядається як загальна сума вартості 3 ключових етапів проєкту, а саме буріння розвідувальних свердловин, буріння експлуатаційних свердловин та їхнє освоєння. Кількість свердловин береться на основі даних Угоди про розподіл продукції [1], що передбачає 8 вертикальних та 5 горизонтальних свердловин. У моделі ця кількість розподіляються між функціональними етапами освоєння через припущення, що 8 вертикальних свердловин виконують функцію розвідувальних свердловин і що 5 горизонтальних све-

рдловин виконують функцію експлуатаційних свердловин. Для традиційного газу усі 13 свердловин є вертикальними. Для стратегій сланцевого та центрально-басейнового газу використовуватиметься комбінація 8 вертикальних для розвідки та 5 горизонтальних свердловин для експлуатації. У моделі приймається припущення про лінійну залежність усіх витрат від глибини. Вартість вертикального буріння свердловин глибиною 4000 м становить 5 млн USD, тому ціна становить 1250 USD за м [3]. Для горизонтального буріння вартість становить 25 млн USD, тому ціна становить 6250 USD за м [3]. Для визначення вартості освоєння свердловини було використано графічні дані з діаграми розподілу витрат «Typical Cost Breakdown for Conventional vs Unconventional Wells» [4], що відображає частки основних компонентів витрат при розробці газових свердловин. На основі візуального аналізу структури витрат було ідентифіковано відсоток від вартості буріння експлуатаційної свердловини, що припадає саме на роботи з освоєння. Вартість буріння експлуатаційного буріння для стратегій традиційного газу взято 43% від вартості буріння. Для стратегії сланцевого газу взято 100% від вартості буріння. Для стратегії центрально-басейнового газу взято 80% [4]. На основі всіх визначених вище параметрів складене рівняння прибутку:

$$P = k \times Vg - (m \times D \times n + h \times D \times y + (h \times D \times y) \times b, \quad (1)$$

де P – прибуток, k – ціна кубічного метра газу, Vg – об'єм газу, m – ціна розвідувального буріння за метр, D – глибина залягання пластів,n – кількість розвідувальних свердловин, h – ціна експлуатаційного буріння за метр, y – кількість експлуатаційних свердловин, b – відсоток ціни освоєння від експлуатаційного буріння.

Далі складена платіжна матрицю гри. Суми в таблиці 1 подані у USD.

Таблиця 1

Платіжна матриця

	S1	**S2**	**S3**	**S4**
A1	359943187500	359924250000	539943187500	539924250000
A2	359782500000	359710000000	539782500000	539710000000
A3	359801250000	359735000000	539801250000	539735000000

Для підвищення реалістичності моделі використані ймовірності на основі ретроспективного аналізу 20 світових родовищ-аналогів. Класифікацію проведено за середніми значеннями параметрів глибини (Dcep = 3500 м) та об’єму (Vgcep = 1,25 трлн м3), за якою пораховані ймовірності настання D1(≤ Dcep) та D2 (> Dcep), а також Vg1 (≤ Vgcep) та Vg2 (> Vgcep):

P(D1) = 0,7, P(D2) = 0,3;

P(Vg1) = 0,4, P(Vg2) = 0,6.

Підсумкові ймовірності станів природи розраховані як добуток відповідних незалежних подій:

P(S1) = P(D1) × P(Vg1) = 0,28;
P(S2) = P(D1) × P(Vg2) = 0,12;
P(S3) = P(D2) × P(Vg1) = 0,42;
P(S4) = P(D2) × P(Vg2) = 0,18.

Далі ми будемо використовувати критерій Байєса [5], мета в даній задачі є обрання стратегії, яка забезпечить найбільший середній зважений прибуток з урахуванням усіх можливих сценаріїв:

$$E(Aij) = \sum_{j-1}^{n} Vij \times Pj \quad (2)$$

де E(Aij) – середній зважений прибуток, Vij – прибуток, Pj – ймовірність.

Згідно з критерієм Байєса оптимальною є стратегія A1 тобто традиційний газ, бо вона забезпечує найбільший середньозважений прибуток у розмірі 467,94 млрд USD. Стратегія видобутку традиційного газу вийшла найкращою, тому що вона має найвищі прибутки у кожному з можливих геологічних станів порівняно з нетрадиційними видами. Пояснюється суттєвою різницею у витратах, які необхідні для розробки родовищ. Це підтверджує, що в ситуації загальної економічної невизначеності необхідно обирати не лише найбільш прибуткову, а й найбільш капіталоефективну стратегію, яка мінімізує зовнішні ризики для проєкту.

Перелік посилань

1. Надра України: Національна Акціонерна Компанія: веб-сайт. Олеська ділянка надр. Угода про розподіл продукції; 5 листоп. 2013. URL: https://nadraukrayny.com.ua/wp-content/uploads/2021/01/Олеська-ділянка-надр.pdf

2. Ціни на газ у Європі (TTF, Нідерланди). Ставки, індекси, тарифи: веб-сайт. URL: https://index.minfin.com.ua/ua/markets/gas/ttf/.

3. Горизонтальні свердловини, іноземні інвестиції та виклики газовидобувної сфери; Нафта і Газ України: веб-сайт. 2023. URL: https://oil-gas.com.ua/statti/Горизонтальні-свердловини-іноземні-інвестиції-та-виклики-газовидобувної-сфери

4. Shah S, Coutroubis A. Typical Cost Breakdown for Conventional vs. Unconventional Wells. ResearchGate: веб-сайт. 2018. URL: https://www.researchgate.net/figure/Typical-Cost-Breakdown-for-Conventional-vs-Unconventional-Wells-4_fig9_328100579

5. Полінкевич О. М. Волинець І.Г. Обгрунтування господарських рішень та оцінювання ризиків : навч. Посіб. Луцьк : ВежаДрук, 2018. 336 с.

СТРАТЕГІЇ ФОРМУВАННЯ ПРИБУТКУ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ РИЗИКІВ ТА РИНКОВОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Смаль Ярослава Станіславівна, група Мен-43
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Ющишина Лариса Олексіївна**

В умовах сучасного конкурентного середовища підприємства стикаються з високою невизначеністю зовнішніх чинників, що зумовлює потребу в ефективних стратегіях формування прибутку. Прибуток є не лише фінансовим результатом діяльності, а й основним джерелом розвитку підприємства, фінансування інноваційної діяльності, інвестування та забезпечення життєдіяльності в довгостроковій перспективі. Він відображає здатність компанії адаптуватися до змін ринкової кон'юнктури та ризиків, і саме тому управління прибутковістю виступає основним завданням фінансового менеджменту сучасного підприємства.

Прибуток у своїй суті є різницею між доходами від реалізації продукції та витратами на її виробництво і реалізацію. У класичній мікроекономічній теорії максимізація прибутку розглядається як основна мета діяльності: підприємство повинно обирати такі обсяги виробництва та ціни, за яких його дохід перевищує витрати на максимально можливу величину. Такий підхід базується на умовах раціональної поведінки та не завжди враховує ризики та нестабільність ринкової кон'юнктури, що може обмежувати його застосування в реальній практиці.

У науковому середовищі ведеться дискусія щодо доцільності абсолютної максимізації прибутку як головної мети підприємства. Зокрема, Р. Сайєрт та Д. Марч зазначають, що підприємства мають множинні цілі й приймають рішення через компроміс між групами інтересів, а не через максимізацію прибутку як єдиної мети [1]. У свою чергу З. Ахмад підкреслює, що максимізація прибутку ігнорує важливі аспекти, зокрема якість, ризики та часові ефекти, що обмежує її застосування як універсальної мети управління [2]. У праці «Поведінкова теорія фірми» також підкреслюється, що підприємства не завжди прагнуть до абсолютної максимізації прибутку, а можуть комбінувати різні цілі в залежності від контексту діяльності [3].

Підхід до стратегій формування прибутку може варіюватися в залежності від ринкових умов, ступеня ризику та внутрішніх можливостей підприємства. Так, виокремлюють такі основні стратегічні орієнтири [4]:

- максимізація доходів і прибутку, що передбачає прагнення підприємства отримати найвищий можливий фінансовий результат;
- одержання «задовільного» прибутку, коли підприємство планує діяльність з урахуванням ризику та прийнятного рівня рентабельності;
- мінімаксимізація прибутку, що спрямована на забезпечення максимально можливого мінімального доходу при контролі ризиків.

Зазначені стратегії – одержання «задовільного» прибутку та мінімаксимізація доходу – є відповіддю на обмеження класичної моделі максимізації, оскільки вони враховують ризик ненадійних доходів, мінливість ринку та необхід-

ність стабільності. Так, стратегія «задовільного» прибутку дозволяє підприємству залишатися конкурентоспроможним без надмірного ризику, тоді як мінімаксимізація концентрується на балансі між доходами та ризиками, обмежуючи потенційні збитки.

На практиці підприємства також застосовують широкий спектр механізмів для реалізації зазначених стратегій, зокрема оптимізацію структури витрат, ефективне ціноутворення, розширення ринків збуту та використання маржинальних показників (маржинальний прибуток) для оцінювання доходності окремих сегментів продукції чи операцій [5 ; 6].

У теорії та практиці управління прибутком використовують як традиційні, так і сучасні методики. Серед них:

- застосування CVP-аналізу (аналіз «витрати–обсяг–прибуток»), що дозволяє оцінити взаємозв'язок між витратами, обсягом виробництва та прибутком підприємства;
- моделі розрахунку маржинального прибутку, які дозволяють оцінювати вплив змінних витрат на прибуток;
- техніки прогнозування обсягів реалізації та витрат для оптимізації результатів діяльності.

Ці підходи дозволяють не лише формувати пошук резервів зростання прибутковості, а й оцінювати стійкість фінансових результатів і гнучкість управлінських рішень в умовах ризиків.

Отже, сучасні стратегії формування прибутку підприємства повинні враховувати не лише економічну ефективність, а й адаптивність до змін ринкової кон'юнктури та потенційних ризиків. Аналіз літератури та практики показує, що максимізація доходів і прибутку, хоча й залишається традиційною метою, не завжди є оптимальною стратегією у нестабільному середовищі. Натомість одержання «задовільного» прибутку та мінімаксимізація доходу дозволяють підприємствам забезпечити стабільність фінансових результатів, контроль ризиків та довгострокову конкурентоспроможність.

Використання різних аналітичних інструментів – CVP-аналізу, розрахунку маржинального прибутку, прогнозування обсягів реалізації та витрат – дозволяє оцінити не лише абсолютний рівень доходів, а й ефективність окремих операційних сегментів. Це сприяє формуванню збалансованих управлінських рішень, здатних швидко реагувати на зміни внутрішніх і зовнішніх умов.

Таким чином, сучасний підхід до управління прибутковістю є комплексним і гнучким, поєднуючи традиційні економічні принципи з адаптивними механізмами управління ризиками. Його ефективність проявляється у здатності підприємства не лише підтримувати стабільний фінансовий стан, а й активно використовувати наявні ресурси для розвитку та інновацій. У підсумку, стратегічне управління прибутком стає одним із ключових факторів успішності підприємства в умовах високої невизначеності та конкуренції.

Перелік посилань

1. Cyert R. M., March J. G. A Behavioral Theory of the Firm. 2nd ed. Cambridge, MA : Blackwell Business, 1992. 272 p.

2. Ahmad Z. Profit Maximisation as an objective of a firm — A Robust Perspective. *International Journal of Research in Finance and Marketing.* Vol. 7, Issue 6, 2017. P. 217–219. URL: https://www.researchgate.net/publication/331465420_Profit_Maximisation_as_an_objective_of_a_firm-A_Robust_Perspective (дата звернення: 31.03.2026).

3. Theory of the firm: managerial and behavioural theories. TheoryHub. URL: https://open.ncl.ac.uk/academic-theories/48/behavioural-theory-of-the-firm/ (дата звернення: 31.03.2026).

4. Економіка виробничого підприємства : навч. посіб. / за ред. Й. М. Петровича. Київ : Знання, КОО, 2002. 405 с.

5. Azim Md. Impact of Cost Structures on Profitability. Journal of Sub. 2025 Vol 15. No1. URL: https://www.researchgate.net/publication/396911707_Impact_of_Cost_Structures_on_Profitability_Insights_from_a_Panel_Study (дата звернення: 01.04.2026).

6. Dubas K. M., Hershey L., Nijhawan I. P., Mehta R. Breakeven and Profitability Analyses in Marketing Management Using R Software. Innovative Marketing. 2011. 7(3) P. 51–61. URL: https://www.researchgate.net/publication/273003669_Breakeven_and_Profitability_Analyses_in_Marketing_Management_Using_R_Software (дата звернення: 01.04.2026).

УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМ РОЗВИТКОМ «ТОРГОВИЙ ДІМ «ХЛІБОЗАВОД №10»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ушпик Евеліна Романівна, група 073-22з-1
Науковий керівник: **к.е.н., доц. Варяниченко Олена Володимирівна**

Хлібопекарська галузь відіграє ключову роль у забезпеченні населення необхідними продуктами харчування, а також у підтримці продовольчої безпеки країни. Воєнна агресія росії суттєво ускладнила функціонування підприємств цієї галузі, спричинивши перебої у постачанні сировини, логістичні труднощі та коливання споживчого попиту. За таких умов особливо важливим є своєчасне впровадження дієвих рішень як у короткостроковому, так і в стратегічному вимірі, щоб забезпечити стабільність роботи галузі та створити передумови для її подальшого розвитку. Хлібопекарські підприємства, окрім виробництва продукції першої необхідності, мають постійно вдосконалювати технологічні процеси, підвищувати ефективність співпраці з постачальниками і споживачами, розширювати асортимент, запроваджувати сучасні технології та підтримувати належний рівень якості продукції. У нинішніх умовах їхнім ключовим завданням є не лише збереження стійкості діяльності, а й утримання професійного колективу та безперебійне забезпечення населення доступною і якісною хлібобулочною продукцією, недопускаючи її дефіциту [1].

Ще одна гостра проблема в українській хлібопекарській галузі – це застаріле обладнання, але реновації та реконструкція стають необхідними, особливо з погляду енергозбереження. Це потягне за собою автоматизацію виробництва, зниження витрат палива, зменшення викидів шкідливих газів, що у кінцевому результаті вплине на зниження собівартості продукції. Питання модернізації хлібопекарської галузі розглядається науковцями та практиками переважно з точки зору економічних та технологічних аспектів. Потенціал економії енергії на хлібопекарських підприємствах є значним через високу енергоємність самого процесу випікання.

Технічний і організаційний розвиток доцільно розглядати як взаємопов’язані складові єдиного процесу розвитку підприємства. При цьому технічний розвиток є базовим і безпосередньо впливає на підвищення ефективності виробництва, формуючи динамічну основу для подальших змін. Водночас організаційний розвиток створює умови для практичного використання технічного потенціалу, забезпечує впровадження нових можливостей у виробничі та трудові процеси і, таким чином, визначає трансформацію форм і способів реалізації розвитку підприємства [2].

Тому управління організаційно-технічним розвитком, тобто вдосконалення як технічної бази, так і організації виробництва є актуальним для ТОВ «Торговий Дім «Хлібозавод №10», яке займає вагоме місце на регіональному ринку хлібобулочної продукції та посідає перше місце в Дніпропетровській області серед виробників хлібних виробів, хоча у

загальноукраїнському масштабі не входить до першої десятки. Аналіз показників діяльності ТОВ «Торговий Дім «Хлібозавод №10» встановив:

- зростання чистого доходу за 2025 р. на 128 млн.грн. (на 20%);
- збільшення повної собівартості за 2025 р. на 21%;
- динаміка валового прибутку демонструє зростання показника протягом 2021-2025 рр., за 2025 р. відбулось значне збільшення на 35%;
- чистий прибуток за 2025 рік значно зріс на 77% до 18,8 млн грн;
- у структурі собівартості реалізованої продукції переважають матеріальні витрати (54,6% у 2025 р.), що свідчить про високу матеріаломісткість виробництва та залежність від вартості сировини, пакувальних матеріалів, енергоносіїв і супутніх ресурсів;
- середньооблікова чисельність працівників щорічно скорочується - з 604 особи (2021 р.) до 380 осіб (2025 р.);
- рентабельність підприємства в 2025 році становить 24,14% і є достатньо високою.

Структура енергоспоживання прямоточної газової печі у ТОВ «Торговий Дім «Хлібозавод №10» свідчить, що значна частина енергії витрачається не на корисний технологічний результат, а на супутні процеси та втрати, що підтверджує доцільність упровадження заходів з підвищення енергоефективності, зокрема оптимізації системи відведення димових газів, зменшення теплових втрат через конструктивні елементи печі, а також удосконалення режимів нагрівання пекарських форм. Підприємству рекомендовано реалізацію проєкту модернізації печі з впровадженням повітряної системи з мінімізованим надлишковим повітрям, налаштованою витяжкою та рекуперацією тепла для зменшення енергоспоживання.

Запропоновано створення комітету впровадження проєкту, до складу пропонується залучити співробітників міжнародної незалежної консультативної організації у сфері кліматичної політики, енергоефективності та декарбонізації - Carbon Trust [3], місія якої полягає у прискоренні переходу до декарбонізованого майбутнього шляхом надання практичної підтримки бізнесу, державним установам та іншим організаціям у скороченні викидів парникових газів, підвищенні ресурсної ефективності. Склад керівної групи: директор підприємства - голова комітету, головний інженер, фінансовий директор, директор з виробництва, головний технолог, зовнішні експерти від Carbon Trust. Проєктна команда буде включати групи: технічну, виробничо-технологічну, економічну, організаційно-кадрову, моніторингу, верифікації та звітності.

В результаті реалізації проєкту у ТОВ «Торговий Дім «Хлібозавод №10» очікується одночасний економічний, технічний та екологічний ефект: зменшення собівартості реалізованої продукції на 28 млн. грн (на 4,62%); збільшення чистого прибутку на 23 млн.грн; зниження витрат газу до 78м³ на 1 т хліба; скорочення викидів всіх парникових газів на 2,5 тис. т. на рік.

Перелік посилань

1. Овчаренко Т.С. Особливості функціонування ринку хліба та хлібобулочних виробів в умовах воєнного стану. URL: http://www.konferenciaonline.org.ua/us/article/id-2220/

2. Технічний та організаційний розвиток підприємства. URL: https://buklib.net/books/29577/

3. Carbon Trust. Improving the efficiency of bakery ovens Case study. URL: https://c2e2.unepccc.org/wp-content/uploads/sites/3/2016/03/cts402-improving-efficiency-of-bakery-ovens-0.pdf?utm_source

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ ТА УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фоміних Єва Ігорівна, група 073-24-1
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Трифонова Олена Василівна**

У сучасних умовах господарювання важливим чинником підвищення ефективності діяльності підприємства є раціональне використання трудових ресурсів. Персонал виступає основою виробничо-господарської діяльності та визначає конкурентоспроможність організації. «Трудові ресурси підприємства – це сукупність працівників різних професійно-кваліфікаційних груп, які беруть участь у діяльності підприємства та забезпечують досягнення його цілей» [1, с. 56].

Працівники є не лише виконавцями окремих функцій, а й важливим джерелом розвитку підприємства. Саме від їхньої професійної підготовки, досвіду та відповідальності залежить стабільність роботи організації, рівень обслуговування споживачів і здатність підприємства адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Важливою передумовою ефективної роботи персоналу є спеціалізація праці. «Спеціалізація праці розглядається як вид трудової діяльності в межах певної професії, що характеризується специфічними особливостями та потребує від працівника відповідних знань, умінь і навичок» [1, с. 58]. Це сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості роботи та скороченню втрат робочого часу.

Поділ праці та чіткий розподіл обов’язків між працівниками дозволяють уникати дублювання функцій і забезпечують злагоджену роботу структурних підрозділів. Завдяки цьому підприємство може швидше реагувати на зміни ринку, ефективніше використовувати робочий час і досягати кращих результатів діяльності.

Особливого значення набуває раціональна організація виробництва. «Організація виробництва – як координація та оптимізація використання матеріальних і трудових ресурсів у просторі й часі з метою досягнення максимального результату за мінімальних витрат» [2, с. 384]. Як зазначено у підручнику [2, с. 388], ефективність виробничого процесу визначається дотриманням принципів спеціалізації, пропорційності, паралельності, безперервності та ритмічності. Їх реалізація забезпечує скорочення простоїв і зростання продуктивності праці.

Раціонально організований виробничий процес дозволяє забезпечити безперервний рух ресурсів, своєчасне виконання замовлень та зменшення втрат часу на окремих етапах роботи. Це особливо важливо для комерційних організацій, діяльність яких безпосередньо залежить від швидкості обслуговування клієнтів і якості наданих послуг.

Важливою складовою наукової організації праці є також створення належних умов праці для персоналу. Безпечне робоче середовище, сучасне технічне

оснащення та мотивація працівників позитивно впливають на трудову дисципліну, якість виконання завдань і загальну результативність роботи підприємства.

У сучасних умовах важливим резервом розвитку підприємства є цифровізація управління. «Здатність систем управління якістю адаптуватися до умов цифровізації впливає не лише на конкурентоспроможність підприємств, а й на темпи інноваційного розвитку економіки загалом» [3, с. 5]. Використання сучасних технологій сприяє вдосконаленню контролю якості та прийняттю ефективних управлінських рішень.

Автоматизація окремих процесів дає можливість скоротити час виконання операцій, зменшити кількість помилок та підвищити точність обробки інформації. У результаті підприємство отримує додаткові можливості для зниження витрат і підвищення ефективності праці персоналу.

Раціональна організація праці безпосередньо впливає на витрати підприємства та собівартість продукції, адже зменшення непродуктивних витрат часу та вдосконалення трудових процесів сприяють її скороченню. Скорочення собівартості створює умови для підвищення конкурентоспроможності підприємства, оскільки дозволяє формувати більш гнучку цінову політику та збільшувати обсяги реалізації продукції чи послуг.

Такі позитивні ефекти підтверджуються світовим досвідом. Так, запровадження Lean-підходу до організації праці (ощадливого управління підприємством) передбачає залучення персоналу до безперервного вдосконалення процесів, мінімізації втрат та підвищення цінності для споживача.

Отже, належна організація праці має важливе значення для роботи будь-якого підприємства. Від того, наскільки раціонально використовуються трудові ресурси, залежить рівень витрат, продуктивність праці та фінансовий результат. Саме тому вдосконалення організації праці слід розглядати як один із практичних шляхів підвищення ефективності діяльності комерційної організації.

Перелік посилань

1. Stepasyuk L., Sulima N. Economics of enterprise : textbook. Kyiv : «Komprint», 2021. 341 p. URL: https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi72/0053077.pdf.

2. Економіка підприємства : підручник / за заг. ред. Л. Г. Ліпич. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. С. 383-388, 412-413. URL: https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2021-12/20(1).pdf.

3. Бородій М. Р., Чередниченко В. В. Вплив цифрових технологій на розвиток систем управління якістю продукції. Актуальні питання економічних наук. 2025. №17. С. 5. URL: https://a-economics.com.ua/index.php/home/article/view/950/936.

ЕФЕКТИВНОСТІ РІШЕНЬ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТО-СПРОМОЖНІСТЮ ПДПРИЄМСТВА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шабанова Олена Кирилівна, група 073-22-1
Науковий керівник: д.е.н., проф. Трифонова Олена Василівна

У сучасних умовах господарювання підвищення рівня конкурентоспроможності підприємства є одним із ключових напрямів забезпечення його ефективного функціонування та розвитку. Особливої актуальності це питання набуває для малих підприємств, які функціонують в умовах високої конкуренції та обмежених ресурсів. Проблема забезпечення ефективності управлінських рішень у сфері підвищення конкурентоспроможності підприємства розглянута на прикладі ТОВ «ВІКТОРІАН».

У процесі дослідження за даними [1] здійснено комплексний аналіз зовнішнього середовища підприємства. Зокрема, проведено аналіз споживачів, постачальників і конкурентів, а також виконано PEST-аналіз. Отримані результати свідчать, що зовнішнє середовище має суперечливий характер: поряд із значними ризиками, зумовленими економічною нестабільністю та високим рівнем конкуренції, наявні можливості для розвитку, пов’язані з використанням цифрових технологій, зростанням попиту на індивідуальні меблі та виходом на міжнародні ринки.

Аналіз внутрішнього середовища за даними [2] показав, що підприємство має ряд конкурентних переваг, зокрема гнучкість виробництва та орієнтацію на індивідуальні потреби клієнтів. Водночас виявлено ключові проблеми, що стримують розвиток підприємства. До них належать відсутність системного підходу до управління збутовою діяльністю та неефективне управління запасами, що проявляється у дисбалансі їх структури та уповільненні оборотності. Зокрема, у 2024 році скорочення запасів супроводжувалося зростанням дебіторської заборгованості, що свідчить про погіршення управління оборотним капіталом.

Для узагальнення результатів проведеного аналізу доцільно виділити ключові проблеми підприємства та напрями їхнього вирішення (таблиця 1).

Як видно з таблиці 1, основні проблеми підприємства пов’язані з відсутністю системного підходу до управління збутовою діяльністю та запасами. Запропоновані напрями вирішення спрямовані на підвищення ефективності використання ресурсів та зміцнення конкурентних позицій підприємства.

Таблиця 1 – Ключові фактори конкурентоспроможності ТОВ «ВІКТОРІАН» та напрями їх удосконалення

Сфера аналізу	Фактор / проблема	Прояв	Вплив на підприємство	Напрям удосконалення
Зовнішнє середовище	Високий рівень конкуренції	Наявність локальних і міжнародних виробників	Зменшення частки ринку	Посилення конкурентних переваг
	Економічна нестабільність	Зниження платоспроможності клієнтів	Скорочення обсягів реалізації	Гнучка цінова політика
	Можливості цифровізації	Активне використання соцмереж	Потенціал залучення клієнтів	Розвиток онлайн-маркетингу
	Вихід на міжнародні ринки	Розширення географії продажів	Зростання конкурентоспроможності	Розвиток дилерської мережі
Внутрішнє середовище	Відсутність аналізу каналів збуту	Не оцінюється ефективність Instagram, TikTok	Втрата клієнтів, зниження доходу	Впровадження аналітики каналів
	Відсутність CRM-системи	Не ведеться облік клієнтів	Відсутність повторних продажів	Впровадження CRM
	Дисбаланс запасів	Надлишок у 2023 році, різке скорочення у 2024 році	Замороження коштів / дефіцит	Оптимізація структури запасів
	Уповільнення оборотності запасів	Збільшення тривалості обігу	Зниження ефективності використання ресурсів	Контроль оборотності
	Слабка система стимулюван-ня	Відсутність KPI	Зниження продуктивності праці	Вдосконалення мотивації

Проведений аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства дозволяє зробити висновок, що рівень конкурентоспроможності ТОВ «ВІКТОРІАН» визначається не лише наявними ресурсами та характеристиками продукції, а й ефективністю управлінських рішень у ключових сферах діяльності. Встановлено, що основні проблеми підприємства мають внутрішній характер і пов’язані з відсутністю системного підходу до управління збутовою діяльністю та запасами. Це призводить до зниження обсягів реалізації, неефективного використання оборотного капіталу та втрати конкурентних переваг. З метою підвищення рівня конкурентоспроможності підприємства обґрунтовано доцільність впровадження комплексу управлінських рішень. Зокрема, у сфері збуту доцільно впровадити систему аналітики каналів реалізації та використання CRM-системи для обліку і сегментації клієнтів, що дозволить підвищити ефективність залучення та утримання споживачів. У сфері управління запасами доцільним є впровадження системного підходу до планування потреб у матеріалах, оптимізація їхньої структури та контроль показників оборотності запасів, що забезпечить більш ефективне використання оборотних засобів та зниження ризиків дефіциту ресурсів. Реалізація запропонованих заходів має системний характер та забезпечить підвищення конкурентоспроможності підприємства в довгостроковій перспективі.

Перелік посилань

1. Виробництво меблів для офісів і підприємства в Дніпропетровській області. URL: https://youcontrol.market/catalog/31.01/dnipropetrovska-oblast.

2. Фінансова звітність ТОВ «ВІКТОРІАН». URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/31958785/.

3. Впровадження CRM-системи: роль CRM-технологій у підвищенні ефективності бізнесу. URL: https://tqm.com.ua/ua/likbez/crm-systemy/rol-vprovadzhennia-crm.

4. Кавецький В.В., Лавута С.В. Особливості сучасних систем планування виробничої діяльності. Матеріали XIV наук.-техн. конф. підрозділів Вінницького національного технічного університету : Зб. тез доповідей (Вінниця, 02-11 березня 2016). С. 1759-1766 URL: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/11285/212.pdf?sequence=3&i.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ БЮДЖЕТУВАННЯ В КОМПАНІЯХ TOYOTA ТА AUDI

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шабанова Олена Кирилівна, група 073-22-1
Дудко Валерія Вадимівна, група 073-22-3
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Варяниченко Олена Володимирівна**

У сучасних умовах розвитку економіки підприємства функціонують у складному та динамічному середовищі. Глобалізація, зростання конкуренції, швидкі технологічні зміни та економічна нестабільність змушують компанії постійно вдосконалювати систему управління фінансовими ресурсами. Саме тому важливим інструментом управління діяльністю підприємства є система бюджетування.

Бюджетування являє собою процес планування, розподілу та контролю фінансових ресурсів підприємства на певний період часу. Воно передбачає формування системи фінансових планів, які визначають обсяг доходів, витрат, інвестицій та грошових потоків підприємства. Основною метою бюджетування є забезпечення ефективного використання ресурсів підприємства, підвищення фінансової дисципліни та досягнення стратегічних цілей розвитку. Система бюджетування дозволяє керівництву підприємства прогнозувати фінансові результати діяльності, визначати пріоритетні напрями розвитку та контролювати виконання фінансових планів. Крім того, вона сприяє узгодженню діяльності різних структурних підрозділів підприємства та підвищує ефективність управління організацією в цілому.

Досвід провідних міжнародних компаній показує, що ефективна система бюджетування може стати важливим фактором успіху підприємства. Багато відомих компаній активно використовують сучасні підходи до фінансового планування, які дозволяють їм досягати високих економічних результатів та підтримувати конкурентоспроможність на світовому ринку. Особливо важливим цей процес є для крупних міжнародних корпорацій, діяльність яких охоплює численні країни та складні виробничі структури.

Одним із найбільш відомих прикладів ефективного використання системи бюджетування є японська корпорація Toyota [1], яка є одним із найбільших виробників автомобілів у світі. Особливістю системи управління цієї компанії є використання концепції бережливого виробництва, що передбачає мінімізацію втрат та максимально ефективне використання ресурсів У компанії Toyota бюджетування тісно пов’язане з процесом планування виробництва та контролю витрат. Toyota є одним із піонерів відмови від «традиційного» жорсткого бюджетування на користь концепції гнучкого планування. Планування фінансових ресурсів здійснюється на кожному етапі виробничого процесу, що дозволяє максимально точно визначати потребу у ресурсах та уникати зайвих витрат.

Особливостями процесу бюджетування в корпорації Toyota є: відмова від фіксованих річних планів, так як у компанії зрозуміли, що річний бюджет

застаріває вже через кілька місяців, замість нього використовується система ковзних прогнозів; стосовно горизонту планування, то прогнози оновлюються щомісяця або щокварталу, що дозволяє компанії миттєво реагувати на зміни цін на сировину або коливання попиту; оцінка ефективності здійснюється через відносні показники, наприклад, витрати на одну вироблену одиницю продукції.

Важливою особливістю системи бюджетування у компанії Toyota є залучення працівників різних рівнів управління до процесу планування, тобто децентралізація цього процесу. Такий підхід дозволяє підвищити відповідальність працівників за результати діяльності підприємства та сприяє більш ефективному використанню ресурсів. Менеджери на місцях мають більше свободи у прийнятті фінансових рішень, якщо це веде до скорочення втрат (принцип «Кайдзен»).

Доцільно розглянути досвід німецького автомобільного виробника Audi, що входить до складу концерну Volkswagen Group. Компанія застосовує цифрові технології для фінансового планування та інтегрує бюджетування, поєднуючи фінансові, виробничі та стратегічні показники. Audi представляє собою велику міжнародну корпорацію з виробничими підприємствами та дослідницькими центрами, розташованими в різних регіонах світу, що ускладнює структуру фінансового планування та вимагає багаторівневого підходу. Відповідно, бюджетування здійснюється на кількох управлінських рівнях із координацією фінансових планів між різними підрозділами та підприємствами. Базуючись на принципах інтегрованого фінансового планування, система бюджету формується не ізольовано, а в тісному зв’язку з іншими управлінськими процесами. Бюджети узгоджуються із виробничими програмами, планами продажів та інвестиційними проєктами, що сприяє більш раціональному використанню ресурсів та уніфікації управлінських рішень [2].

Ключовою складовою бюджетування в Audi є формування єдиної інтегрованої системи планування. Вона об’єднує інформацію з різних підрозділів, підвищуючи точність фінансових прогнозів і сприяючи оперативності управлінських рішень. Інтегрована платформа підтримує розробку як короткострокових, так і довгострокових фінансових планів, а також аналіз різних сценаріїв розвитку бізнесу, зокрема змін у попиті на продукцію чи потреби інвестувати в інновації. Цей підхід забезпечує гнучкість і адаптивність системи до динамічних зовнішніх умов.

У компанії Audi застосовують бюджетування на різних рівнях управлінської діяльності. Стратегічний рівень передбачає формування довгострокових фінансових планів розвитку, які охоплюють інвестиції у нові технології, інновації та виробництво електромобілів. Оперативний рівень включає розробку бюджетів виробництва, витрат та продажів, а також постійний контроль їх виконання. Фінансові результати систематично аналізуються, і у випадку суттєвих відхилень керівництво оперативно вносить корективи.

Одним із визначальних напрямів розвитку бюджетної системи Audi є цифрова трансформація фінансового управління. Компанія застосовує сучасні цифрові інструменти, зокрема програмні рішення SAP, що забезпечують комплексне планування бюджету, ефективний контроль витрат і деталізований

аналіз відхилень між фактичними та плановими показниками. Впровадження інтегрованих цифрових платформ дозволило об'єднати фінансове планування з плануванням продажів, виробництва та інвестицій, що значною мірою підвищило ефективність обробки даних та прискорило ухвалення управлінських рішень [3].

Досвід впровадження систем бюджетування в Toyota та Audi ілюструє необхідність інтеграції цифрових технологій, комплексного планування та автоматизації фінансових процесів у системах бюджетування. Об'єднання фінансового та операційного планування, використання сучасних аналітичних інструментів та безперервний контроль результатів діяльності сприяють суттєвому підвищенню ефективності управління на підприємствах. Показано, що ефективне бюджетування дозволяє не лише контролювати витрати, але й забезпечувати стратегічний розвиток підприємства, підтримувати інновації та підвищувати конкурентоспроможність.

Перелік посилань

1. Офіційний сайт Toyota. URL: https://www.toyota-global.com/company/history_of_toyota/75years/data/automotive_business/production/system/index.html

2. SAP@Audi – картографування та трансформація бізнес-процесів. URL: https://www.audi.com/en/careers/professionals/areas-of-focus/enterprise-it/sap/

2. Виробництво автомобілів у світі, що змінюється: інтегрований підхід Audi з IBM Planning Analytics. URL: https://www.ibm.com/case-studies/blog/building-cars-in-a-changing-world-audi

ФОРМУВАННЯ АНТИКРИЗОВОЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА НА ЗАСАДАХ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Шмаранчук Діана Володимирівна, група Мен-34
***Науковий керівник:* доц. Волинець Ірина Григорівна**

У сучасних умовах господарювання, що характеризуються високим рівнем невизначеності та динамічністю зовнішнього середовища, традиційні підходи до антикризового управління потребують перегляду. Статичні стратегії (наприклад «Гасіння пожеж» (Reactive Strategy)), орієнтовані на ліквідацію вже наявних наслідків кризи, часто виявляються малоефективними через запізнілу реакцію на виклики. Саме тому особливої актуальності набуває впровадження адаптивного управління, яке дозволяє підприємству не лише протистояти дестабілізуючим чинникам, а й оперативно трансформувати внутрішні бізнес-процеси відповідно до нових ринкових реалій [1].

Формування антикризової стратегії на засадах адаптивності передбачає створення динамічної системи управлінських рішень, спроможної до самоорганізації та швидкої корекції цілей. На відміну від класичного реактивного менеджменту, адаптивний підхід базується на принципах превентивності та стратегічної гнучкості [2]. Це означає, що підприємство має володіти інструментарієм раннього виявлення «слабких сигналів» кризи та мати розроблені альтернативні сценарії розвитку подій. Важливим аспектом такої стратегії є забезпечення високої швидкості прийняття рішень, що досягається шляхом децентралізації управління та підвищення ролі інформаційних потоків усередині організації [3].

Практична реалізація адаптивної стратегії вимагає від керівництва здатності до швидкого ресурсного маневру. Це включає не лише перерозподіл фінансових потоків, а й гнучкість виробничих потужностей, можливість оперативного перепрофілювання діяльності та диверсифікацію логістичних ланцюгів [4]. Цифровізація моніторингових процесів стає фундаментом для такої стратегії, оскільки дозволяє в режимі реального часу аналізувати критичні показники фінансової стійкості та вчасно впроваджувати коригувальні дії. Таким чином, антикризова стійкість підприємства визначається не обсягом накопичених резервів, а здатністю його структури до адаптивної трансформації без втрати стратегічного потенціалу [5].

Підсумовуючи, можна стверджувати, що адаптивне управління перетворює антикризову стратегію з інструмента простого виживання на механізм сталого розвитку. Застосування сценарного планування та гнучких методів розподілу ресурсів дозволяє підприємству зберігати конкурентоспроможність навіть у періоди гострої турбулентності. Такий підхід забезпечує довгострокову життєздатність суб’єкта господарювання та створює підґрунтя для його подальшого зростання після подолання кризових явищ.

Перелік посилань

1. Лігоненко Л. О. Антикризове управління підприємством в умовах економіки знань та інтелектуалізації менеджменту / Л. О. Лігоненко. Економічний форум. 2016. № 1. С. 161-170.
2. Василенко В. О. Антикризове управління підприємством: навч. посіб. вид. 2-ге, випр. і доп. Київ: ЦУЛ, 2013. 504 с.
3. Штангрет А. М., Копилюк О. І. Антикризове управління підприємством: навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 336 с.
4. Терещенко О. О. Антикризове фінансове управління підприємством: монографія. Київ: КНЕУ, 2004. 268 с.
5. Ситник Л.С. Організаційно-економічний механізм антикризового управління підприємством: монографія. Донецьк: ІЕП НАН України, 2000. 504 с.

ІНЖИНІРИНГ ТА ДИЗАЙН

РЕЛЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ ІНВЕРТОРА ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ПОБУТОВИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ

Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей» Дніпропетровської обласної ради»

Автономов Костянтин Дмитрович, учень 11 класу
Науковий керівник: **Безрукава Оксана Григорівна**

Зростання використання інверторів у побутових умовах, особливо в умовах нестабільного електропостачання, призводить до підвищеного ризику їх перевантаження. Основною причиною цього є підключення потужних споживачів під час роботи від автономних джерел живлення, що може викликати перегрів, погіршення якості напруги та вихід інвертора з ладу. Існуючі методи захисту (струмові та теплові) не забезпечують селективності та не дозволяють відрізнити пускові струми від реального перевантаження. Тому актуальним є розроблення ефективних методів захисту інверторних систем.

Для рішення цієї проблеми запропоновано встановити критерії визначення режиму роботи інвертора на основі спектрального аналізу напруги та розробити метод автоматичного розвантаження системи.

Метою роботи є розробка методу та пристрою автоматичного визначення перевантаження інвертора на основі аналізу гармонічного складу напруги.

У роботі проаналізовано існуючі підходи до захисту інверторів, зокрема струмовий, тепловий та програмний контроль. Встановлено, що ці методи мають обмеження, зокрема недостатню швидкодію або відсутність селективності. Запропоновано альтернативний підхід, що базується на аналізі гармонічного складу напруги.

Ключовою ідеєю є використання дискретного перетворення Фур’є для визначення джерела електроживлення. Напруга міської мережі має форму, близьку до синусоїди з незначними гармонічними спотвореннями, тоді як інвертори генерують сигнал із суттєвою кількістю вищих гармонік. Це дозволяє ідентифікувати режим роботи системи.

Для кількісної оцінки використано коефіцієнт гармонічних спотворень (THD).

$$THD = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \cdots + U_n^2}}{U_1} \qquad (1)$$

Встановлено, що для мережі THD становить до 10–17 %, тоді як для інвертора ці показники зазвичай більші.

Нижче наведені статистичні характеристики рядів даних THD для різних типів джерел живлення, які були отримані під час випробувань.

Таблиця 1.Статистичні характеристики рядів даних THD для різних типів джерел живлення

Тип джерела Статистична характеристика	1кВт	2кВт	3кВт	мережа
Середнє	27,51	24,27	18,56	17,69
Стандартна похибка	0,21	0,94	0,10	0,08
Медіана	27,51	25,05	18,46	17,58
Стандартне відхилення	1,04	4,69	0,48	0,42
Дисперсія вибірки	1,08	22,02	0,23	0,17
Ексцес	-0,56	-0,44	-0,31	0,08
Асиметричність	0,45	-0,21	0,02	0,85
95% довірчий інтервал (%)	27,08 - 27,94	22,34 - 26,21	18,36 - 18,75	17,52 - 17,87
Мінімум	25,95	14,28	17,55	17,14
Максимум	29,69	32,31	19,49	18,71
Кількість	25	25	25	25

95% довірчі інтервали THD для досліджених джерел живлення представлені на рис.1. Різниця є статистично значущою ($p < 0.05$).

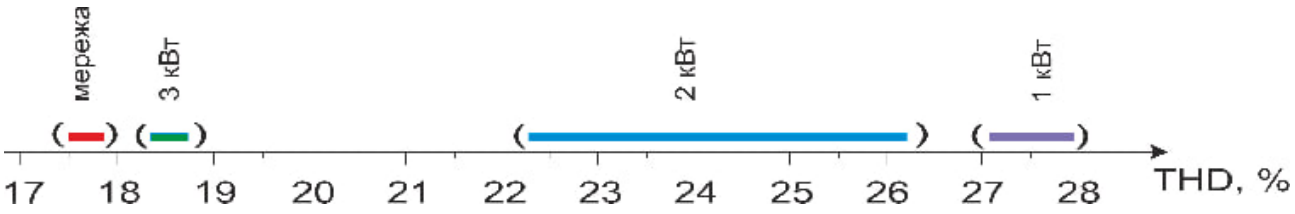


Рис.1 95% довірчі інтервали для значень THD для мережі та інверторів потужністю 1 кВт, 2 кВт і 3 кВт

Встановлено значення THD яке може слугувати критерієм для визначення режиму роботи системи

$$THD_{\text{кр}} = 18.116\%$$

На основі запропонованого підходу розроблено пристрій «Реле розвантаження інвертора». Принцип його роботи полягає у безперервному аналізі форми напруги, визначенні джерела живлення за допомогою встановленого критерію та автоматичному відключенні гілки з потужними споживачами у разі переходу на інвертор.

Було створено прототип пристрою на базі мікроконтролера та датчика змінної напруги ZMPT101B. У ході експериментальних досліджень проведено вимірювання гармонічного складу сигналу для різних джерел живлення.

Експериментальні дослідження показали, що метод працює стабільно, зменшує перевантаження і підвищує надійність системи.

Висновки.

1. Встановлено, що THD може слугувати діагностичним параметром для визначення режиму роботи інвертора.
2. Визначено порогове значення для визначення режиму роботи системи.
3. Створено прототип доступного пристрою для захисту систем електроживлення.

Розроблений метод дозволить підвищити точність і надійність роботи систем електроживлення.

Перелік посилань:

1. Cem Koseoglu, Necmi Altin, Fevzi Zengin, Hasan Kelebek, Ibrahim Sefa.
A Hybrid Overload Current Limiting and Short Circuit Protection Scheme For Voltage Mode Inverters // International Journal of Renewable Energy Research. – 2020. – Vol. 10, No. 1. – С. 407–415. URL: https://ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/10234/pdf

2. Барило А. А., Бенменні М., Бондаренко Д. В. та ін. Відновлювані джерела енергії. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. – 320 с.

3. Войцицький А. П., Фомін М. П., Голубенко А. А., Цивенкова Н. М., Омаров І. С. Вплив форми кривої напруги несинусоїдного струму на ККД електромашин змінного струму // Відновлювана енергетика. – 2022. – Комплексні проблеми енергетичних систем на основі НВДЕ. URL: https://ve.org.ua/index.php/journal/article/download/345/263

4. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання. – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 147 с. URL: https://ir.nmu.org.ua/bitstreams/1794a852-16de-4b69-b50c-07ca8ccb05fd/download

5. Топ-5 причин перевантаження інверторів та способи їх подолання. URL: https://www.solarinvertermanufacturers.com/uk/inverter-overload/?utm_sourc

6. Ялова А. М., Бондар Н. В., Яловий О. О. Підходи до забезпечення стійкості енергетичної системи в процесі інтеграції відновлюваних джерел енергії // Зварювальне виробництво. – 2025. – Т. 50, № 1. – С. 45–52. DOI: 10.31498/2225-6733.50.2025.336326 (doi.org in Bing). 4.

МОДУЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПРОЩЕНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ БЕЗЩІТКОВИМ СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Акулінін Данило Романович, група 133-23-1

Векторне керування електродвигунами є одним із перспективних напрямів розвитку сучасних електромеханічних систем, оскільки воно забезпечує підвищення точності позиціонування, плавності обертання та якості регулювання швидкості. Особливо актуальним цей підхід є для безщіткових двигунів постійного струму та синхронних двигунів із постійними магнітами, які широко застосовуються в робототехніці, електротранспорті, верстатному обладнанні, мехатронних системах і промисловій автоматизації.

На відміну від простих ESC-регуляторів, які переважно забезпечують базове керування швидкістю обертання, векторне керування дозволяє враховувати положення ротора та формувати керуючі сигнали відповідно до поточного електромеханічного стану двигуна. Це дає змогу зменшити пульсації електромагнітного моменту, підвищити стабільність роботи приводу, покращити динамічні характеристики та забезпечити точніше керування кутовим положенням ротора.

Разом із тим більшість готових рішень для дослідження векторного керування або мають закриту архітектуру, або потребують використання дорогого спеціалізованого обладнання. Тому актуальним є створення доступного навчально-дослідного модуля, який дозволяє вивчати основні принципи керування безщітковими двигунами на базі поширених мікроконтролерів STM32.

Метою роботи є розроблення експериментального програмно-апаратного модуля для дослідження спрощеної реалізації векторного керування безщітковим синхронним двигуном із використанням енкодерного зворотного зв’язку та SVPWM-модуляції.

Об’єктом дослідження є процес керування безщітковим електродвигуном із використанням зворотного зв’язку за положенням ротора. Предметом дослідження є програмно-апаратна реалізація модуля керування, що забезпечує зчитування положення ротора, формування трифазних керуючих сигналів і регулювання режимів роботи двигуна.

Розроблений модуль складається з трифазного драйвера DRV8313, безщіткового двигуна(100KV, діаметр валу – 4мм), енкодера положення ротора та мікроконтролера серії STM32 (у проекті було тестування проводилися завдяки контролеру STM32F103C8T6) . Драйвер DRV8313 використовується для формування силових сигналів керування фазами двигуна, енкодер забезпечує визначення поточного кутового положення ротора, а мікроконтролер виконує оброблення сигналів зворотного зв’язку та формування керуючих імпульсів. Модуль розрахований на джерело живлення від 8в до 12В.

Програмне забезпечення для мікроконтролера було розроблено в середовищі STM32CubeIDE з використанням мови програмування C.

Основними функціями програмної частини є зчитування сигналів енкодера, визначення положення ротора, формування керуючих сигналів для драйвера та реалізація SVPWM-модуляції.

SVPWM-модуляція у запропонованому модулі використовується як спосіб формування керуючих імпульсів для трифазного інвертора. Її застосування дозволяє ефективніше використовувати напругу живлення, забезпечувати плавніше формування фазних напруг і створювати передумови для стабільнішої роботи електроприводу. У межах цієї роботи SVPWM розглядається як один із ключових елементів спрощеної реалізації векторного керування.

Первинна перевірка працездатності модуля показала можливість керування обертанням двигуна, задання кутового положення ротора та реалізації плавного регулювання швидкості. Розроблені тестові програми орієнтовані на використання з мікроконтролерами STM32 і можуть бути застосовані для подальших лабораторних досліджень, навчальних демонстрацій та порівняння різних підходів до керування безщітковими двигунами.

Практична цінність роботи полягає у створенні простого, доступного та зрозумілого для подальшого вдосконалення модуля, який може бути використаний у навчальному процесі для вивчення принципів керування BLDC/PMSM-двигунами, SVPWM-модуляції, енкодерного зворотного зв’язку та програмування мікроконтролерів STM32.

Подальший розвиток роботи доцільно спрямувати на кількісну оцінку характеристик модуля, зокрема точності встановлення кутового положення ротора, стабільності швидкості обертання, діапазону регулювання, частоти оновлення керуючого контуру та впливу параметрів PWM на якість роботи приводу. Також перспективним є розширення програмної частини шляхом реалізації повнішого алгоритму векторного керування з використанням перетворень Clarke–Park, контурів регулювання струму, швидкості та положення.

Таким чином, розроблений модуль може бути використаний як основа для навчальних і дослідницьких робіт, пов’язаних із керуванням безщітковими електродвигунами, дослідженням алгоритмів електроприводу та впровадженням сучасних методів цифрового керування в мехатронних системах.

Перелік посилань

1. STMicroelectronics. *STM32 32-bit Arm Cortex MCUs*.
2. STMicroelectronics. *Space vector modulation using 8-bit ST7MC microcontroller and ST7MC-KIT/BLDC starter kit*. Application note.
3. STMicroelectronics. *STM32CubeIDE integrated development environment*.

ПРОЄКТУВАННЯ 3D-ДРУКОВАНОГО МОДУЛЬНОГО КРИЛА БПЛА

Комунальний заклад освіти "Науковий фізико-математичний ліцей" Дніпропетровської обласної ради

Боровков Денис Анатолійович, 11 клас
***Науковий керівник*: вчитель фізики Кротенко Артур Геннадійович**

Безпілотні літальні апарати літакового типу (Fixed-Wing БпЛА) набувають стратегічного значення у військовій та цивільній сферах завдяки тривалості польоту понад 12 годин і дальності понад 1500 км [2, 4]. Серед українських зразків Fixed-Wing - PD-2, Raybird-3, Лелека-100, SHARK, UJ-22/UJ-23 [7]. Проте стандартні монолітні крила мають критичний недолік: при пошкодженні одного елемента виходить з ладу весь апарат [8]. Актуальною задачею є створення модульної, ремонтопридатної конструкції крила з можливістю швидкого виготовлення на побутових FDM-принтерах.

Мета роботи - спроєктувати та змоделювати модульне крило БпЛА на основі профілю NACA 4412, що поєднує високу міцність, польову ремонтопридатність і технологічну доступність.

Матеріали та методи

Аеродинамічний профіль NACA 4412 обрано через оптимальні підйомні характеристики при кутах атаки 0–10° та стабільне ламінарне обтікання за швидкостей 8–15 м/с, що відповідає режиму польоту апаратів злітною масою 2–3 кг [1].

Координати профілю NACA 4412 імпортовано у САПР SolidWorks та масштабовано до хорди 200 мм. Витискання профілю на 100 мм сформувало базовий сегмент. Вибір довжини 100 мм обґрунтований сумісністю з бюджетними FDM-принтерами (робоча зона від 100×100 мм) та можливістю формування консолей довжиною 600, 700, 800 мм кратністю 100 мм.

Матеріал сегментів - ABS-пластик (межа плинності ~30 МПа). Основний силовий елемент - три алюмінієві лонжерони діаметром 10 мм, що сприймають згинальні та крутні навантаження. Для верифікації конструкції проведено:

- CFD-симуляцію (SolidWorks Flow Simulation): швидкість потоку 10 м/с, кут атаки 0°.
- FEA-аналіз (SolidWorks Simulation): навантаження 20 Н (2 кг злітної маси).

Результати

Конструктивні рішення. Розроблено бібліотеку з 4 типів сегментів: базовий силовий, перехідний (плавний перехід до елерона), основний під елерон (повний виріз 100 мм), вузол кріплення обтічника. Система стикування базується на циліндричних центруючих виступах (Ø15 мм), що забезпечують самоцентрування без інструментів. Консоль стягується болтами по краях, перетворюючись на монолітну конструкцію.

Аеродинамічний аналіз (CFD). Симуляція підтвердила стабільне ламінарне обтікання профілю NACA 4412. Максимальна швидкість над верхньою пове-

рхнею - 12,8 м/с при вхідній 10 м/с, що відповідає принципу Бернуллі та генеруванню підйомної сили. У місцях стику сегментів завихрень не виявлено - модульні з'єднання не порушують аеродинамічних властивостей профілю.

Таблиця 1 - Результати аеродинамічної та міцнісної симуляцій

Параметр	**Значення**
Швидкість набігаючого потоку	10 м/с
Макс. швидкість над крилом (CFD)	12,8 м/с
Кут атаки	0°
Прикладене навантаження (FEA)	20 Н (2 кг)
Макс. напруження фон Мізеса	$2{,}684 \times 10^4$ Н/м²
Межа плинності ABS	3×10^7 Н/м²
Коефіцієнт запасу міцності (FoS)	>> 1 (~1117)

Аналіз міцності (FEA). Максимальне напруження за критерієм фон Мізеса склало $2{,}684 \times 10^4$ Н/м², що приблизно у 1117 разів нижче межі плинності ABS (3×10^7 Н/м²). Гібридна конструкція «ABS + 3 алюмінієві лонжерони» витримує статичне навантаження до 3 кг із великим запасом. Рівномірний розподіл напружень забезпечується сітчастою внутрішньою структурою з перегородками товщиною 1,2 мм під кутом 45° до хорди.

Ремонтопридатність. Заміна одного сегмента займає до 5 хвилин без клею та спеціального інструменту. Час друку одного сегмента: ~3 год (сопло Ø0,6 мм) або 4–5 год (сопло Ø0,4 мм). Крило у розібраному вигляді транспортується у рюкзаку.

Висновки

Спроєктовано та верифіковано модульне крило БпЛА з профілем NACA 4412, що відповідає поставленим цілям:

- CFD-моделювання підтвердило ефективне генерування підйомної сили та відсутність аеродинамічних перешкод на стиках сегментів.
- FEA-аналіз підтвердив запас міцності ~1117, конструкція витримує до 3 кг навантаження.
- Стандарт сегмента 100 мм забезпечує сумісність із бюджетними FDM-принтерами та гнучке масштабування консолі.
- Система самоцентрування дозволяє польовий ремонт без інструментів менш ніж за 5 хвилин.
- Децентралізоване виробництво волонтерами на побутових принтерах - практична цінність для військового та цивільного застосування.

Перспективи: льотні випробування фізичного прототипу, оптимізація товщини стінок, розширення бібліотеки сегментів (відсіки корисного навантаження, антени, акумулятори).

Перелік посилань

1. Airfoil Tools // NACA 4 digit airfoil generator (NACA 4412 AIRFOIL)// URL:http://airfoiltools.com/airfoil/naca4digit?MNaca4DigitForm%5Bcamber%5D=4&%20MNaca4D [1]

2. Класифікації Безпілотних літальних апаратів БпЛА// Scribd // URL:https://www.scribd.com/document/722679275/1-4-%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81%D0%B8%D1%84%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%96-%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2-%D0%91%D0%9F%D0%9B%D0%90?language_settings_changed=English [2]

3. Index Copernicus // Challenges and Issues of Modern Science, 2 (2024) // СИНТЕЗ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ СИСТЕМ ЗАПУСКУ БпЛА // URL:https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2104336 [3]

4. Вісник Хмельницького національного університету // КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ // URL:https://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/tech/pdfbase/2018/2018_3/jrn/pdf/42.pdf [4]

5. Пошук торгівельних марок // URL:https://iprop-ua.com/inv/pdf/x4vrnx27-description.pdf [5]

6. Unitop // Компактний 3D-друкований корпус дрона: Інноваційна технологія для безпілотних апаратів // URL:https://unitop.in.ua/kompaktnyi-3d-drukovanyi-korpus-drona/ [6]

7. Wikipedia // Список безпілотних літальних апаратів України // URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8 [7]

8. Дослідження характеристик та компонування БпЛА типу «Літаюче крило» // URL:https://er.kai.edu.ua/server/api/core/bitstreams/d77f12f2-2733-4b51-8906-074a0e977705/content [8]

ВПЛИВ ВІЙНИ НА МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В УКРАЇНІ

Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей» Дніпропетровської обласної ради

Вдовенко І. Є., учень 10-А класу
***Науковий керівник*: Руденко Анастасія Валентинівна, доктор філософії, вчитель географії та біології**

Міграційні процеси є ключовим фактором функціонування сучасної України, що суттєво впливає на її економіку, регіональний потенціал та територіальну організацію розселення. Актуальність дослідження зумовлена безпрецедентним гуманітарним викликом внаслідок повномасштабної агресії, що призвело до трансформації географічної карти всієї Східної Європи. Розуміння динаміки цих потоків є критичним для формування політики повоєнного відновлення та збереження демографічного потенціалу країни. Для аналізу ситуації використано комплекс наукових методів, зокрема статистичний для обробки даних UNHCR та Держстату, а також картографічний для візуалізації просторових закономірностей, що відображено на схемі основних напрямків переміщення населення.

Робота почалася з визначення теми дослідження та формулювання мети і завдань. Після цього було опрацьовано наукові публікації, офіційні звіти та статистичні матеріали, що стосуються міграційних процесів в Україні під час повномасштабної війни. Основну увагу приділялося даним Державної служби статистики України, матеріалам міжнародних організацій та державних установ. На наступному етапі було зібрано та систематизовано статистичні показники внутрішньої і зовнішньої міграції за різні роки. Отримані дані порівнювалися між собою, що дозволило простежити зміну міграційних потоків залежно від воєнної ситуації та регіональних особливостей. Далі на основі зібраної інформації були побудовані власні графіки, які відображають динаміку переміщення населення, а також створені картограми, що показують просторовий розподіл міграції по території України та напрямки виїзду за кордон. Візуалізація даних дала змогу наочно показати масштаби та нерівномірність міграційних процесів. Після цього було проведено аналіз економічних і соціальних наслідків міграції, зокрема змін чисельності працездатного населення, навантаження на соціальну інфраструктуру та регіональні диспропорції.. Завершальним етапом роботи стало узагальнення отриманих результатів, формулювання висновків та визначення основних тенденцій міграційних процесів в умовах війни.

Картограма(рис.1) показує дуже різку різницю між регіонами України. Частина територій стрімко втрачає населення, інші ж, навпаки, його приймають. Це вже не просто переселення людей у межах країни. Фактично змінюється вся звична карта життя. Найгірша ситуація - на сході та південному сході України. У районі Бахмута, Покровська, Авдіївки, Вугледара більшість людей виїхали. У деяких містах майже не залишилося наслення. Причина очевидна — бойові дії.

Зруйноване житло, відсутність води, світла, медицини. За таких умов люди просто фізично не можуть існувати.

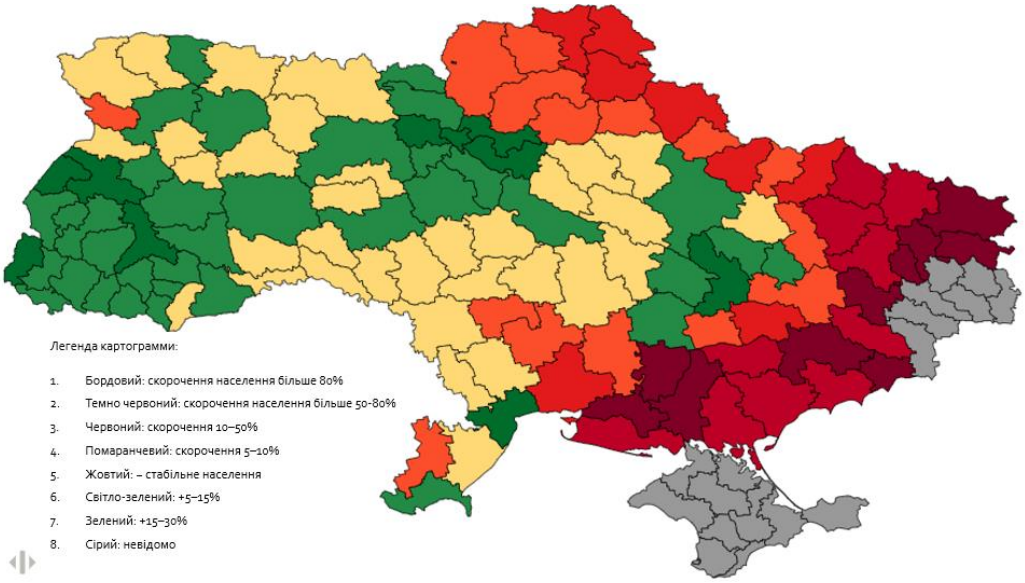


Рис. 1 Картограмма

Коефіцієнт міграційного приросту обчислюється як відношення кількості внутрішньо переміщених осіб до чисельності населення області. Отримане значення множиться на 1000 для уніфікації показника. Результат показує кількість ВПО на тисячу постійних мешканців регіону.

$$K = \frac{M}{N} \times 1000$$

де

M – кількість ВПО,

N – чисельність населення області.

Розрахунок коефіцієнта міграційного приросту (таблиця 1, рис.2) дозволив виявити суттєві регіональні відмінності інтенсивності вимушеної міграції населення України. Найвищі значення коефіцієнта міграційного приросту зафіксовано у Харківській (207,5‰), Дніпропетровській (192,1‰), Миколаївській (190,9‰) та Київській областях (185,1‰). Ці регіони поєднували функцію відносно безпечних територій із потужним економічним і транспортним потенціалом, що зумовило їх перетворення на ключові регіони-реципієнти внутрішньо переміщених осіб.Помірні значення коефіцієнта характерні для центральних і західних областей України, зокрема Вінницької (81,3‰), Кіровоградської (92,3‰), Одеської (96,1‰) та Черкаської (110,3‰). У цих регіонах міграційні процеси не призвели до критичного перевантаження демографічної структури, однак суттєво вплинули на ринок праці та систему соціальних послуг. Найнижчі показники міграційного приросту у Волинській (40,0‰), Рівненській (43,8‰) та Закарпатській областях (51,7‰), що свідчить про обмежену роль цих регіонів у загальнонаціональній системі прийому внутрішньо переміщених осіб.

Таблиця 1, коефіцієнт міграційного приросту.

Область	Коефіцієнт міграційного приросту
Харківська	207,5
Дніпропетровська	192,1
Миколаївська	190,9
Київська	185,1
Полтавська	127,3
Київ	120,0
Сумська	119,5
Черкаська	110,3
Одеська	96,1
Кіровоградська	92,3
Вінницька	81,3
Чернігівська	73,0
Івано-Франківська	68,9
Хмельницька	65,2
Житомирська	62,9
Львівська	61,4
Тернопільська	61,0
Чернівецька	56,2
Закарпатська	51,7
Рівненська	43,8
Волинська	40,0
Донецька	н/д
Луганська	н/д
Херсонська	н/д
Запорізька	н/д
Крим	н/д

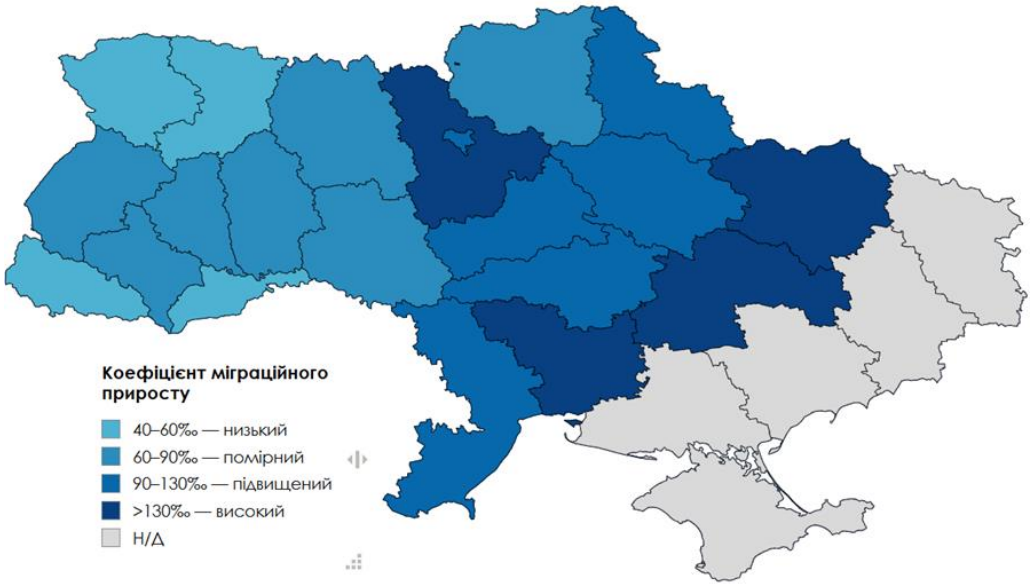


Рис. 2. Коефіцієнт міграційного приросту.

Перелік посилань

1. Державна служба статистики України.Чисельність наявного населення України та регіонів у 2013–2021 роках: офіційні статистичні дані. — Київ : Держстат України, 2014–2022.URL: https://ukrstat.gov.ua

2. Міністерство соціальної політики України.Внутрішньо переміщені особи в Україні: статистичні звіти та аналітичні довідки. — Київ, 2014–2025.URL: https://www.msp.gov.ua

3. Управління Верховного комісара ООН у справах біженців (UNHCR). Ukraine Situation: Internal Displacement Reports 2014–2025. — Geneva, 2014–2025.URL: https://www.unhcr.org/ua

4. Міжнародна організація з міграції (IOM).Моніторинг внутрішнього переміщення населення в Україні (DTM). — Київ, 2016–2025.URL: https://dtm.iom.int/ukraine

5. Київська міська державна адміністрація.Аналітичні матеріали щодо соціально-економічного розвитку м. Києва в умовах воєнного стану. — Київ, 2022–2024.URL: https://kyivcity.gov.ua

6. Дніпровська міська рада.Соціально-демографічна ситуація та внутрішньо переміщені особи у місті Дніпро. — Дніпро, 2022–2024.URL: https://dniprorada.gov.ua

7. Львівська міська рада.Звіти про чисельність населення та внутрішньо переміщених осіб у м. Львові. — Львів, 2022–2024.URL: https://city-adm.lviv.ua

8. Центр економічної стратегії.Вплив війни на демографічні процеси та внутрішню міграцію в Україні. — Київ, 2022–2024.URL: https://ces.org.ua

9. Інститут демографії та соціальних досліджень імені М. В. Птухи НАН України.Демографічні наслідки збройної агресії проти України. — Київ, 2022–2024.

10. United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA).Ukraine Humanitarian Needs Overview 2022–2025. — New York, 2022–2025.URL: https://www.unocha.org

11. Eurostat.Temporary protection in the EU for people fleeing Ukraine. — Luxembourg, 2022–2025.URL: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250910-1

12. UNRIC — Regional Information Centre of the United Nations.Ukraine: Over 6 Million Refugees Spread Across Europe. — Brussels, 2024.URL: https://unric.org/en/ukraine-over-6-million-refugees-spread-across-europe

13. Bundeszentrale für politische Bildung (BPB).Ukraine – Emigration and Displacement in Past and Present: Analyse of historical and recent migration trends. — Berlin, 2025.(Загальна інформація про міграцію та внутрішні переміщення) bpb.de

14. Київська міська державна адміністрація.Аналітичні матеріали щодо соціально-економічного розвитку м. Києва в умовах воєнного стану. — Київ, 2022–2024.

15. World Bank / KNOMAD.Report on population displacement and economic impacts of forced migration. — Washington, 2025. World Bank

16. Reuters EU proposes extending temporary protection for Ukrainians to March 2027. — Brussels, 2025.Reuters

17. Associated Press (AP News).UN refugee agency helps displaced Ukrainians stay close to home. — Rome/Kyiv, 2025.(Дані про кількість переміщених та пріоритети UNHCR) apnews.com

18. https://dtm.iom.int/sites/g/files/tmzbdl1461/files/reports/IOM_UKR_GPS_Internal%20Displacement%20Report_Round%2016_UA_June%202024.pdf

Картограми створено mapchart.net , графіки створено на canva.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ВЕРИФІКАЦІЯ УДАРНО-ЗАТУХАЮЧОГО РЕЖИМУ БАЛКОВОЇ МОДЕЛІ СЕРЕДНЬОГО КОЛОСНИКА ГРОХОТА-ПЕРЕВАНТАЖУВАЧА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гавриленко Станіслав Сергійович., аспірант
***Науковий керівник*: Заболотний К.С., д.т.н., професор кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні.,**
Анциферов О.В. к.т.н., доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні.

У роботі досліджено ударний відгук балкової моделі середнього колосника грохота-перевантажувача. Метою є експериментальна перевірка характеру ударно-затухаючого відгуку та встановлення впливу податливості опор на параметри коливального процесу. Використано дві масштабно узгоджені балкові моделі, що відтворюють схему «колосник – дві опори»; модель 2 використано як додаткову верифікаційну серію. Для побудови фізичної моделі використано співвідношення: [1, 2]

$$\frac{m_m}{m_n} = \lambda^3, \frac{c_m}{c_n} = \lambda^2. \quad (1)$$

Реєстрація коливального процесу здійснювалася за допомогою п’єзоелектричного акселерометра КД-35, сигнал з якого надходив до вимірювального комплексу Robotron 00032. На рисунку 1 наведено схему експериментальної установки та вимірювального тракту: інтегруючий підсилювач 00028 (1), блок індикації 02022 (2), блок живлення 04003 (3), персональний комп’ютер для цифрового запису сигналу (4), акселерометр КД-35 (5), балкова модель (6), пружні опори (7) та опорна плита стенда (8). Оцифрування сигналу виконувалося з частотою дискретизації 44,1 кГц у моноканальному режимі. Під час дослідів вимірювальний тракт працював у режимі ξ10, тобто був налаштований на реєстрацію сигналу каналу віброзміщення, а результати аналізувалися у відносних одиницях вимірювального тракту [3].

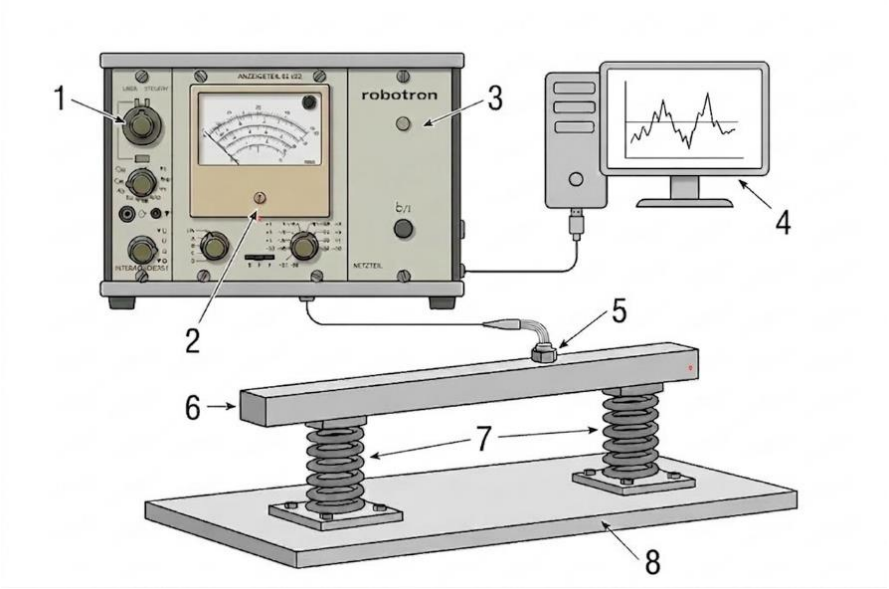


Рисунок 1 – Схема експериментальної установки та вимірювального тракту

Для кількісної оцінки використано Amax — максимальне за модулем відхилення сигналу після удару, та RMS — середньоквадратичний рівень сигналу на тому самому інтервалі. Amax фіксує піковий викид, а RMS — узагальнену інтенсивність коливань; обидва показники аналізувались у відносних одиницях вимірювального тракту.

Ударне навантаження створювалося шляхом вільного падіння вантажів різної маси з кількох фіксованих висот. Для тез результати подано через узагальнені й нормовані показники без деталізації повного масиву експериментальних значень. Для статичної балки зі збільшенням енергії удару зростали як Amax, так і RMS, що підтверджує зв’язок між інтенсивністю збурення та рівнем нестаціонарного відгуку.

Для пружно опертої балки реакція виявилася складнішою: податливість опор змінює і рівень амплітуди, і форму перехідного процесу. Тому для узагальненого порівняння основним показником обрано RMS, який краще відображає загальний рівень коливань, ніж одиничний піковий викид.

У серіях з меншою масою ударного вантажу пружно оперта балка у більшості режимів має вищий середній RMS, ніж балка на жорсткому опиранні. Це вказує на більшу чутливість податливої системи до ударного збурення.

У серіях з більшою масою вантажу характер залежностей для обох схем опирання зближується: RMS зростає зі збільшенням енергії удару, а різниця між схемами зменшується. Отже, за інтенсивнішого збурення визначальним стає загальний енергетичний рівень удару, а вплив типу опирання проявляється менш виразно.

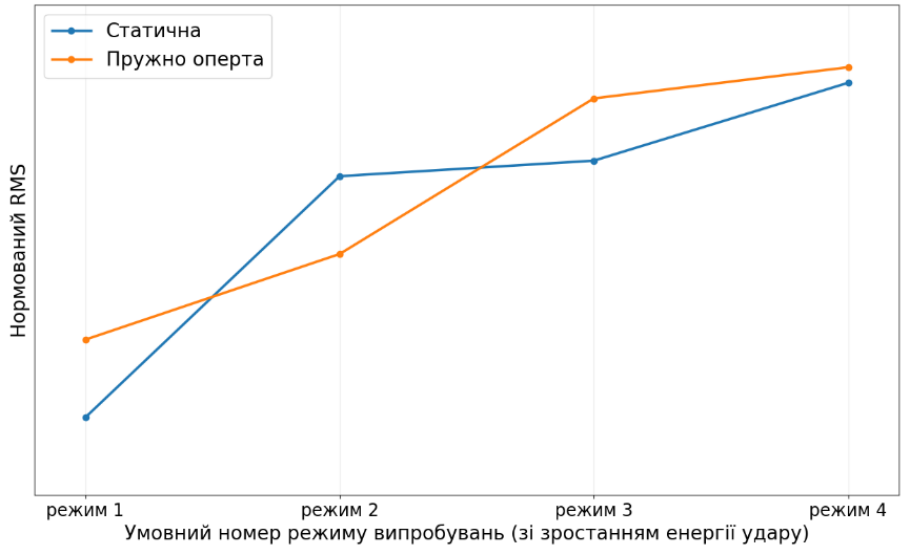


Рисунок 2 – Узагальнений характер зміни нормованого RMS для статичної та пружно опертої балки

Отже, експериментально підтверджено, що прийнята спрощена математична модель якісно відображає основні закономірності нестаціонарного ударного відгуку середнього колосника: наявність ударно-затухаючого перехідного процесу, зростання інтенсивності відгуку зі збільшенням енергії удару та суттєвий вплив податливості опорної системи на форму коливального процесу. Подальше уточнення моделі доцільно виконувати з урахуванням контактної взаємодії та локальних нелінійних ефектів.

Перелік посилань

1. Ропай В. А. Методи подібності та розмірності у механіці: конспект лекцій. Дніпро: НТУ «Дніпровська політехніка», 2019. 84 с.
2. Кепич Т. Ю., Куценко О. Г. Основи теорії подібності та аналізу розмірностей в механіці: навч. посіб. Київ: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2004.
3. Західприлад. Каталог.URL: https://zapadpribor.com/ua/category/akustychni-prylady-robotron-nimechchyna/7/.

РОЗРОБКА УЗГОДЖЕНОГО ЦИФРОВОГО КОНТУРУ АНАЛІЗУ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БПЛА НА ПРИКЛАДІ MQ-1 PREDATOR

КЗ «Науковий ліцей імені Анатолія Лигуна» КМР

Гулюк Павло Павлович, 9 клас
***Науковий керівник*: Захарова Діана Романівна**

Сучасні безпілотні літальні апарати потребують точного та водночас оперативного аналізу своїх аеродинамічних і льотно-технічних характеристик. Використання лише аналітичних підходів обмежує точність результатів, тоді як чисельне моделювання дозволяє детально відтворити фізичні процеси, але потребує значних обчислювальних ресурсів і часу. У зв'язку з цим виникає необхідність поєднання різних методів у межах єдиної системи, яка забезпечує як достовірність, так і ефективність інженерних розрахунків. Особливої актуальності набуває застосування концепції цифрового інженерного контуру, в якому різні рівні моделювання взаємодіють між собою, забезпечуючи безперервність аналізу, узгодженість результатів і можливість їх взаємної верифікації. Такий підхід сприяє підвищенню якості проєктування, скороченню часу розробки та більш глибокому розумінню поведінки апарата в різних умовах експлуатації.

У даній роботі запропоновано підхід, що базується на формуванні узгодженого цифрового контуру, який об'єднує побудову геометрії, чисельне моделювання обтікання та параметричний аналіз. Такий контур дозволяє розглядати літальний апарат не як набір окремих розрахунків, а як цілісну систему, у якій результати одного етапу безпосередньо впливають на наступний. У структурі цього контуру також передбачено можливість використання технологій віртуальної реальності (VR) для візуального представлення
моделі [1].

Вибір MQ-1 як приклад зумовлено тим, що ця модель є зручним об'єктом для дослідження, оскільки характеризується впізнаваною аеродинамічною компоновкою, типовою для безпілотних літальних апаратів класу MALE, а також має характерні льотно-технічні характеристики (ЛТХ). Водночас його конструкція поєднує відносну інженерну зрозумілість із достатнім рівнем складності, що робить його придатним для побудови цілісного цифрового інженерного контуру. Це дозволяє ефективно інтегрувати етапи 3D побудови, аеродинамічного аналізу та параметричного моделювання в межах єдиної цифрової моделі [2].

На початковому етапі створюється тривимірна модель БПЛА, яка відображає основні геометричні характеристики апарата. Вона слугує не лише візуальним представленням, а й базою для постановки чисельного експерименту. Саме на цьому етапі формується геометрична узгодженість, від якої залежить коректність подальших розрахунків. Створена CAD-модель може

бути використана для інтерактивного перегляду у VR-середовищі, що дозволяє більш наочно оцінювати геометрію та компоновку апарата [3].

Далі виконується CFD-аналіз обтікання, який дозволяє отримати розподіл тиску та швидкості навколо апарата, а також визначити ключові аеродинамічні параметри. Особливу увагу приділено врахуванню впливу висоти польоту, оскільки зміна густини повітря суттєво впливає на сили, що діють на літальний апарат. Отримані значення коефіцієнтів підйомної сили та опору, а також сили опору, відповідають очікуваним фізичним закономірностям і можуть бути використані як базові для подальшого аналізу [4].

Для оцінки порядку величин аеродинамічних сил та обґрунтування вихідних параметрів моделювання був виконаний попередній аналітичний розрахунок. Були отримані наступні результати:

При висоті польоту 7000 м (h) та швидкості 55 м/с (V), значення коефіцієнту підйому становить 0,98 (C_L), коефіцієнт опору близько 0,05 (C_D),

сила опору приблизно 512 Н (D), потрібна потужність для рівного польоту складає 35,2 кВт (P). При наборі висоти зі швидкістю 3 м/с, потрібна потужність зростає до близька 73 кВт. Отриманий в результаті розрахунку порядок величин підтверджує реалістичність обраних умов польоту.

Наступним кроком є побудова параметричної моделі, яка описує залежності льотно-технічних характеристик від швидкості та висоти польоту. Параметричне моделювання полягає у написанні прикладного програмного коду в середовищі MATLAB. Окрім чисельних значень, також відбувається графічна побудова кореляції різних величин: потужності (енергетичного балансу), сили опору та швидкопідйомності (ROC) від швидкості, а також максимальної швидкопідйомності (практичної стелі польоту) від висоти.

На відміну від CFD, ця модель не потребує значних обчислювальних витрат і дозволяє оперативно оцінювати поведінку апарата в різних режимах польоту. Вона базується на класичних інженерних співвідношеннях і враховує зміну параметрів атмосфери залежно від висоти. Таким чином, параметрична модель забезпечує узагальнення результатів, отриманих у CFD, та дозволяє поширити їх на ширший діапазон умов експлуатації. Крім того, вона є зручним інструментом для попереднього проєктування, оптимізації характеристик і проведення варіаційного аналізу, що значно підвищує ефективність усього процесу дослідження.

Ключовим результатом роботи є встановлення зв’язку між чисельним і параметричним підходами. Дані, отримані в результаті попереднього аналітичного розрахунку дозволяють валідувати CFD-аналіз, який в свою чергу використовується для перевірки та уточнення параметричної моделі. У свою чергу, параметрична модель дозволяє поширити результати на широкий діапазон умов без необхідності повторного виконання чисельних розрахунків. Узгодженість підходів підтверджується близькістю значень сили опору та правильним відтворенням впливу висоти польоту на характеристики апарата. Таким чином формується замкнений цифровий контур, у якому кожен рівень (CAD, CFD, MATLAB, VR) виконує свою функцію, забезпечуючи як деталізацію, так і узагальнення результатів.

Таким чином, CFD виступає як інструмент детального фізичного аналізу, тоді як параметрична модель забезпечує високу швидкість і універсальність розрахунків. Їх поєднання дозволяє сформувати ефективний інженерний інструмент, який поєднує точність і обчислювальну ефективність та забезпечує узгодженість отриманих результатів. Такий підхід є придатним як для навчальних цілей, так і для задач попереднього проєктування безпілотних літальних апаратів, а також створює основу для подальшого розвитку більш складних багаторівневих моделей і методів оптимізації.

Практична цінність роботи полягає у можливості швидкої оцінки льотно-технічних характеристик при зміні параметрів, таких як маса, швидкість або аеродинамічні коефіцієнти. Це дозволяє використовувати запропонований підхід для аналізу альтернативних конфігурацій і прийняття інженерних рішень на ранніх етапах проєктування. Застосування VR-компонента розширює практичну значущість роботи, оскільки дозволяє використовувати результати не лише для розрахунків, а й для навчання, демонстрації та інженерної валідації рішень.

У результаті проведеного дослідження підтверджено, що інтеграція CAD-моделювання, CFD-аналізу та параметричного підходу в межах єдиного цифрового контуру забезпечує отримання узгоджених і фізично обґрунтованих результатів, а також дозволяє встановити взаємозв’язок між детальним чисельним аналізом і узагальненими інженерними оцінками льотно-технічних характеристик БПЛА. Запропонований цифровий контур може бути розширений і застосований для більш складних режимів польоту, а також використаний як основа для подальших досліджень у галузі безпілотних авіаційних систем. Інтеграція VR-рівня доповнює запропонований підхід, перетворюючи його на повноцінну багаторівневу цифрову інженерну систему, що узгоджується із сучасними тенденціями розвитку авіаційної галузі. Завдяки цьому забезпечується не лише аналітичне опрацювання моделі, а й її наочна візуалізація, інтерактивна взаємодія з конструкцією та можливість більш глибокого розуміння просторових і функціональних характеристик БПЛА.

Перелік посилань

1. Kapil Chalil Madathil, K. Frady, R. Hartley, J. Bertrand, M. Alfred & A. Gramopadhye. «An Empirical Study Investigating the Effectiveness of Integrating Virtual Realitybased Case Studies into an Online Asynchronous Learning Environment» / Computers in education journal. 2017. Vol. 8, No. 3

2. M. Raina and S. Khan, «The Evolution of MQ-1 Predator and Analysis», International Journal of Research in Aeronautical and Mechanical Engineering, vol. 12, no. 11, pp. 40–48, Nov. 2024.

3. Paul Tran. SOLIDWORKS 2024 Basic Tools Getting Started with Parts, Assemblies and Drawings / KS, USA, SDC Publications, 2024

4. John E. Matsson Ph.D., P.E. An Introduction to SOLIDWORKS Flow Simulation 2018 / KS, USA, SDC Publications, 2018

ЦИФРОВА РЕКОНСТРУКЦІЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 1Б61А: НАСТУПНИЙ ЕТАП ВІДТВОРЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ КІНЕМАТИКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Іваненко Іван В'ячеславович, група ГМ-25
Науковий керівник: Шкут А.П., Ph.D., доцент кафедри інжинірингу та дизайну в машинобудуванні

Продовжуючи попередні дослідження щодо застосування технологій зворотного інжинірингу для відновлення конструкції коробки подач токарного верстата 1Б61А, даний етап роботи зосереджений на цифровій реконструкції його внутрішніх кінематичних вузлів. Якщо під час першої фази проекту було успішно відтворено зовнішню геометрію, корпусні деталі та загальний концептуальний вигляд обладнання, то поточним завданням стало моделювання механізмів передачі потужності. Оскільки технічна документація на подібні верстати часто є втраченою або неповною, послідовне цифрове відновлення внутрішньої структури є критично важливим кроком для створення повноцінного навчального симулятора або цифрового двійника.

Увесь процес 3D-моделювання продовжує реалізовуватися виключно в середовищі параметричного проектування SolidWorks. На цьому етапі основну увагу було приділено розробці внутрішньої структури шпиндельної бабки та коробки швидкостей. Було створено деталізовану збірку головного вала шпинделя та паралельного шліцьового вала. Ці підзбірки включають масиви прямозубих циліндричних коліс із точно заданими передавальними відношеннями, шпонкові з'єднання, стопорні кільця та стандартизовані підшипникові вузли, що дозволяє максимально точно відтворити реальну механіку обертання та передачі крутного моменту всередині верстата.

Візуалізація прогресу проектування починається з високоякісного рендеру, що демонструє завершену зовнішню оболонку верстата (Рис. 1). Наступні перерізи та види зверху ілюструють інтеграцію змодельованих валів безпосередньо в порожнину коробки (Рис. 2). На даному проміжному етапі моделювання внутрішні компоненти позиціонуються на основі їхніх функціональних кінематичних зв'язків та зачеплень зубчастих коліс.

Подальше розширення цієї моделі в SolidWorks, що поступово перетворює зовнішню оболонку на повноцінний кінематичний механізм, створює потужну базу для майбутніх динамічних симуляцій. Найближчими кроками у розвитку проекту стануть моделювання решти внутрішніх валів, розробка системи приводу та остаточна інтеграція механізмів перемикання для повної комплектації кінематичного ланцюга та завершення створення єдиної цифрової моделі токарно-гвинторізного верстата 1Б61А.

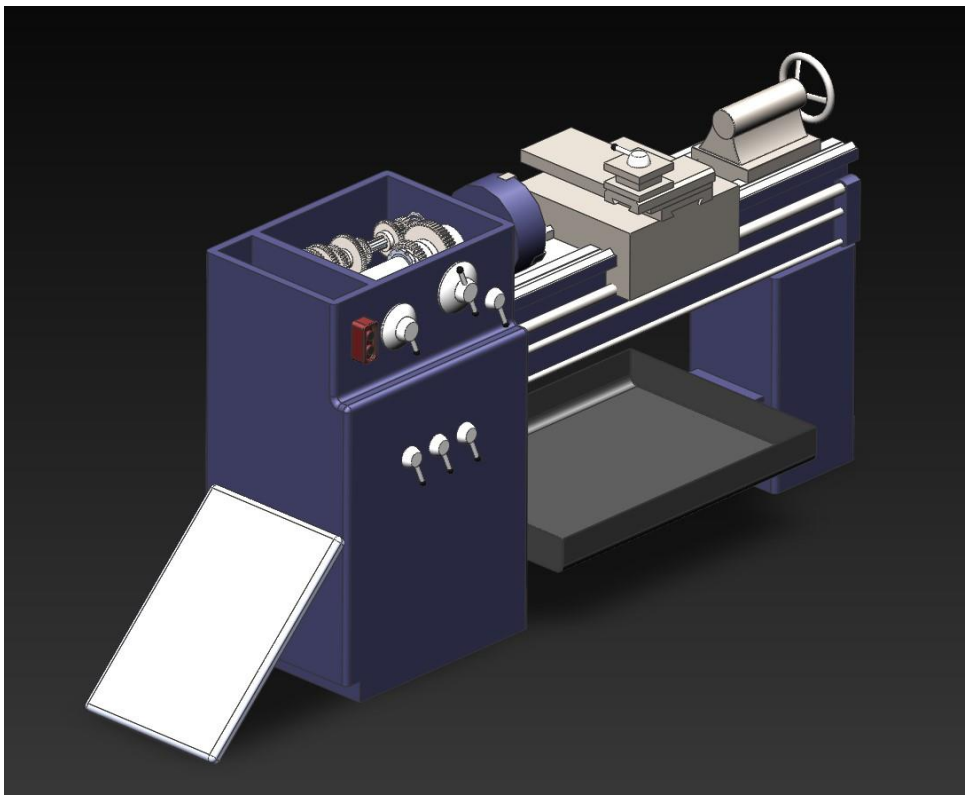


Рис. 1 Загальний вигляд зовнішньої моделі верстата 1Б61А

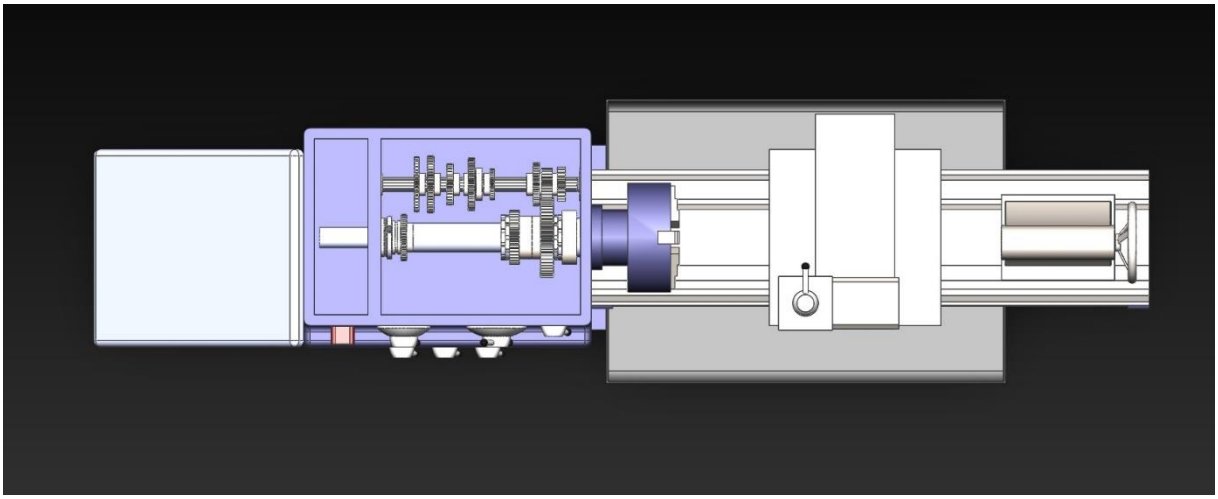


Рис. 2 Внутрішня кінематика шпиндельного вузла та коробки швидкостей

Перелік посилань

1. Kurowski Paul, Ph.D., Eng P. (2023). Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation 2023. USA: SDC Publications.
2. Vinesh R. et al. “A Review on Reverse Engineering Process and its Applications,” Procedia Engineering, 2016, 149: 144–152.

АНАЛІЗ МІГРАЦІЙНИХ ПОТОКІВ НАСЕЛЕННЯ ТА СТВОРЕННЯ ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ

Комунальний заклад освіти «Науковий Фізико-математичний ліцей Дніпровської обласної ради»

Комаров Іван Олександрович, учень 11 класу
***Науковий керівник*: Руденко Анастасія Валентинівна,**
доктор філософії, вчитель географії та біології

Міграційні потоки між Україною та ЄС важливо досліджувати, оскільки вони суттєво впливають на демографію, економіку та безпеку країни, особливо під час війни. Аналіз цих потоків дозволяє оцінити втрати й потенціал робочої сили, прогнозувати рівень повернення населення, планувати гуманітарні та безпекові заходи, а також формувати ефективні політики відновлення та інтеграції українців у ЄС після завершення конфлікту.

Тимчасова або зворотна міграція стосується переміщення населення, яке відбувається протягом короткого періоду часу, та повернення людей до їхнього попереднього постійного місця проживання. Міграція, необхідна для переселення, називається постійною або необоротною міграцією. Постійна міграція є переважною. Теоретичні аспекти вивчення динаміки міжнародної міграції описані в роботі [1].

Для дослідження, прогнозування та оцінювання наслідків міграційних процесів широко застосовують математичні методи, які дають змогу з достатньою точністю моделювати переміщення населення для різних територій з урахуванням доступних статистичних даних. В роботі проаналізовано динаміку перетину кордону України і ЄС за час від лютого 2022 року по листопад 2025 року і запропоновано застосування регресійної моделі для побудови прогнозу відповідних міграційних потоків на 2026 рік. Дані, за якими проводився аналіз, взяті з урядового порталу Управління Верховного комісара ООН у справах біженців (UNHCR) [2]. На основі отриманих даних проведено регресійний аналіз засобами Microsoft Excel по місяцям з 2022 року по 2025 рік і спрогнозовано значення для 2026 року з використанням ступінної функції. Ступінна модель апроксимації обрана виходячи з достатньо високих значень коефіцієнту достовірності апроксимації.

На рисунках 1 і 2 відображено щомісячну статистику виїзду в ЄС та в'їзду з ЄС українців у лютому 2022 – листопаді 2025 років і прогнози на 2026 рік. Як бачимо, характер графіків добре пояснюється поєднанням воєнних подій, адаптації міграційної поведінки та сезонних факторів. За винятком початку воєнного конфлікту ми спостерігаємо не хаотичну криву, а хвилеподібну динаміку з наступними чіткими причинами. Різкий пік у березні 2022 року припадає на початок повномасштабного вторгнення і пов'язаний із масовим вимушеним виїздом цивільного населення (паніка, невизначеність, швидке просування бойових дій, відсутність альтернатив усередині країни). Тому цей пік є аномальним і не повторюється в подальші роки. Швидке падіння після першої хвилі (літо – осінь 2022) можна пояснити стабілізацією фронту, адаптацією до воєнних

умов, вичерпанням ресурсу “швидкого виїзду” (виїхали ті, хто не міг залишатися). Починаючи з 2023 року, графік демонструє вже коливання з регулярними повтореннями, а не масову втечу. Це вже не екстрена міграція, а циркуляційна: частина людей виїжджає на роботу, навчання, лікування, частина – повторно (тимчасові поїздки, сезонна зайнятість). Сезонність міграції можна помітити через зростання навесні–влітку (квітень – серпень) – робота, канікули, кращі умови пересування і спад восени – взимку – менше поїздок, повернення, фінансові та погодні чинники. Це типовий мирний патерн, що свідчить про адаптацію і є результатом більш виваженої міграційної політики в умовах воєнного стану і психологічним пристосуванням суспільства.



Рис. 1 Щомісячна статистика виїзду українців за кордон з ЄС(лютий 2022 – листопад 2025 і прогноз на 2026 рік)

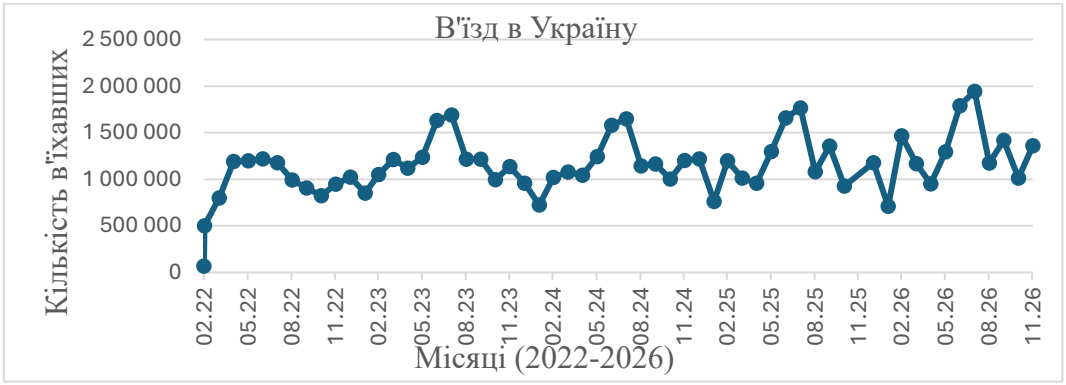


Рис. 2 Щомісячна статистика виїзду українців за кордон з ЄС (лютий 2022 – листопад 2025 і прогноз на 2026 рік)

Відсутність повторення “піку 2022 року” є ключовим моментом: навіть у 2024–2025 роках, попри тривалу війну, немає нового масового вибуху виїзду. Рішення про виїзд стали більш раціональними, а не панічними і, як результат, формується “нова норма” мобільності.

У дослідженні здійснено аналіз міграційних потоків населення на основі поєднання сучасних статистичних методів та економетричного моделювання. Сформовано узагальнену систему соціально-економічних факторів, що впливають на міграційні процеси, та побудовано математичну (регресійну) модель для кількісної оцінки їх впливу. Запропонований підхід дозволяє не лише пояснити

динаміку міграційних потоків, а й підвищити точність прогнозування міграції населення порівняно з традиційними описовими методами.

Перелік посилань:

1. Шиманська К. Теоретичні засади дослідження процесів міжнародної міграції: аналіз розвитку та ключових положень міграційних теорій. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки, 2017. № 1 (79). С. 127–137. https://doi.org/10.26642/jen-2017-1(79)-127-137

2. Урядовий портал Управління Верховного комісара ООН у справах біженців https://www.unhcr.org/ua/

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У 3D-МОДЕЛЮВАННІ: ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ-ПОЧАТКІВЦІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кузьменко Олександра Русланівна, група МЗ-25 1
Науковий керівник: **ст.викладач Вернер Ілля Володимирович**

У вирі нових технологій Штучний інтелект відіграє провідну роль у оптимізації створення 3D-моделювання. Враховуючи тенденції сучасності, його застосування у цій сфері стає популярнішим, що може полегшити адаптацію студентів у використанні програмних застосунків.

Застосування ШІ почалося через потребу масштабування, відсутності часу та кадрів. Свої переваги воно отримало з розвитком машинного навчання – методів, що дають можливість системам самостійно вдосконалюватися без додаткового програмування. Також є глибоке навчання, яке полягає у покращенні штучного інтелекту за допомогою великої кількості шарів що робить його схожим до людського мозку. Вдосконалені таким чином програми для створення 3-D графіки допомагають користувачам збільшити продуктивність при створенні моделей, швидше використовувати базові форми, текстури та матеріали.

Використання ШІ в освітньому контексті має у пріоритеті не заміну людини, а підтримку творчості у процесі створення контенту. Прикладом є Blender GPT, AI-помічник, який створює 3D-моделі, сцени на основі текстових команд, а також має змогу додавати освітлення, пакетне перейменування, стеки модифікаторів, ключові кадри анімації. За допомогою нього спрощується процес компонування, адже без відповідних навиків і знань інтерфейсу та інструментів користувачі можуть отримати базову геометрію і не тільки. Також безпосередньо корисним буде аддон BlendAI, який інтегрується в середовище моделювання. Він виступає як персональний асистент допомагаючи налаштовувати освітлення сцени, а також пропонувати оптимальні параметри для рендерингу. Завдяки цьому студенти можуть зосередитися на творчій частині роботи - дизайні та концепції - замість витрачати час на технічні налаштування.

Звісно що також є мінуси у використанні даних технологічних можливостей, які важливо враховувати у навчальному контексті. BlenderGPT генерує спрощену геометрію та недостатню деталізацію, що потребує ручного доопрацювання. Крім того, він залежить від доступу до інтернету, адже він інтегрується з мовними моделями GPT-3.5/4. Також цей аддон має платну модель використання, що може обмежувати доступ студентів до повного функціоналу. BlendAI, у свою чергу, автоматизує освітлення та матеріали, проте якість не завжди відповідає професійним стандартам і також потребує корекції. Звернути увагу варто також на те що, аддон може бути сумісним лише з певними версіями Blender, а частина його функцій доступна у платних версіях, що обмежує можливості для здобувачів.

Таким чином, використання BlenderGPT та BlendAI у навчальному та адапційному процесі має як переваги, так і обмеження. Застосування штучного інтелекту у Blender відкриває нові можливості для студентів-початківців, дозволяючи швидше освоїти базові навички моделювання, зосередитися на творчості та отримувати якісний результат навіть без глибокого досвіду. Інструменти які ми розглянули долають недостатню технічну обізнаність, автоматизують процеси та допомагають у навчанні, створюючи сприятливі умови для новачків. Водночас їх варто розглядати як допоміжні засоби, що доповнюють традиційне навчання, а не замінюють його, адже розвиток власних компетенцій залишається ключовим для майбутніх фахівців у сфері 3D-моделювання.

Перелік посилань

1. Бобришев, Є.. ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В 3D-МОДЕЛЮВАННІ НА БАЗІ BLENDER . Електронне фахове наукове видання *«Кібербезпека:* освіта, наука, техніка», 3(31).2025. С. 741–751. URL: https://doi.org/10.28925/2663-4023.2025.31.1071 (дата звернення: 15.04.20206).
2. BlenderGPT офіційний сайт аддону для Blender [Електронний ресурс]. 2023. URL: https://blendergpt.org/ (дата звернення: 15.04.20206).
3. Blender Addons BlendAI — Smart Assistant and Tools [Електронний ресурс]. 2024. URL: https://blender-addons.org/blendai (дата звернення: 15.04.20206).
4. Blender Market. BlendAI Addon — AI Assistant for Blender [Електронний ресурс]. 2024. URL : https://blendermarket.com/products/blendai (дата звернення: 15.04.20206).

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХОРДИ ТА КУТА ЗАКРУЧЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІТРОГЕНЕРАТОРА В УМОВАХ НИЗЬКИХ ЧИСЕЛ РЕЙНОЛЬДСА

Комунальний заклад освіти «Науковий Фізико-математичний ліцей Дніпровської обласної ради»

Татаринцева Василіса Андріївна, 9-А клас
***Науковий керівник*: Кротенко Артур Геннадійович, вчитель фізики**

Розвиток вітроенергетики часто обмежується низькопотенційними вітровими потоками, що характерно для багатьох регіонів. У таких умовах малі вітрогенератори працюють при низьких числах Рейнольдса, що призводить до зниження їхньої ефективності через непристосованість стандартних роторів до ламінарних або перехідних потоків. Оптимізація геометрії лопатей є ключовим інструментом підвищення коефіцієнта потужності турбіни.

Число Рейнольдса це безрозмірна величина, співвідношення сил інерції до сил в'язкості в потоці[1, ст. 38]. Вона дозволяє визначити, є потік ламінарним, турбулентним, або перехідним між цими двома. Якщо Re мале, у межах декількох тисяч, то потік є ламінарним, тобто шари рідини або газу рухаються плавно, не перемішуючись. Якщо Re більше декількох тисяч, то потік стає турбулентним, що означає, що рідина або газ рухаються в хаотичному порядку з великими коливаннями швидкості та змішуванням шарів рідини або газу. Як правило, якщо Re менше 500000, то потік скоріше за все є ламінарним, а якщо більше – турбулентним[1, ст. 73, 935]. В роботі було використано числа Рейнольдса менше за 500000.

Роботу було виконано у комп'ютерному імітаційному моделюванні в програмному середовищі QBlade, що використовує теорію лопатевих елементів та імпульсу (BEM). Для дослідження було використано 14 контрастних аеродинамічних профілів серії NACA, їхні характеристики наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 Використані у дослідженні аеродинамічні профілі і їхні характеристики

Профіль	Максимальна товщина профілю, %	Максимальний вигин профілю, %
NACA 4412	12	4
NACA 0012	12	0
NACA 6409	9	6
NACA 4409	9	4
NACA 4421	21	4
NACA 4415	15	4
NACA 0009	9	0
NACA 2412	12	2
NACA 8412	12	8
NACA 5412	12	5
NACA 4424	24	4
NACA 9412	12	9
NACA 9410	10	9
NACA 2421	21	2

Для аеродинамічних профілів було згенерувано поляри в діапазоні чисел Рейнольдса від 50 000 до 500 000 за допомогою інструменту XFOIL. Експеримент передбачав зміну одного фактора при незмінності інших: зміна хорди від 0,1 м до 0,3, зміна кута закручення у корені від 10° до 30°. Дослідження було проведено методом однофакторного експерименту з базовими параметрами: радіус ротора 3 м, 3 лопаті, базова хорда 0,1 м та кут закручення 10° у корені з лінійним розподілом по довжині. Чутливість оцінювалася за відносним приростом максимального коефіцієнта потужності при крокovому збільшенні параметрів на 50% за формулою:

$$\Delta C_{P,max} = \frac{C_{P,i} - C_{P,base}}{C_{P,base}} \times 100\%$$

Де $C_{P,i}$ – максимальний коефіцієнт потужності і-го сценарію зміни параметрів, $C_{P,base}$ – максимальний коефіцієнт потужності при базових параметрах хорди та кута закручення. Для порівняння домінування параметра було використано абсолютну величину $\Delta C_{P,max}$.

Було отримано, що вплив геометричних параметрів на коефіцієнт потужності є нелінійним і залежить від характеристик профілю. Збільшення хорди веде до зростання локальних чисел Рейнольдса, оскільки вони пов’язані прямою пропорційністю

$$Re = \frac{pcv}{\mu}$$

Де Re – число Рейнольдса, p – густина повітря, v – швидкість набігаючого потоку, μ – динамічна в'язкість середовища, c – довжина хорди.

Це допомагає стабілізувати потік і зменшити зону відриву потоку. Найбільша чутливість до зміни хорди було виявлено у аеродинамічних профілів із великим вигином та значною товщиною, де базові показники були низькими через погане обтікання, як можна побачити з рисунку 1.

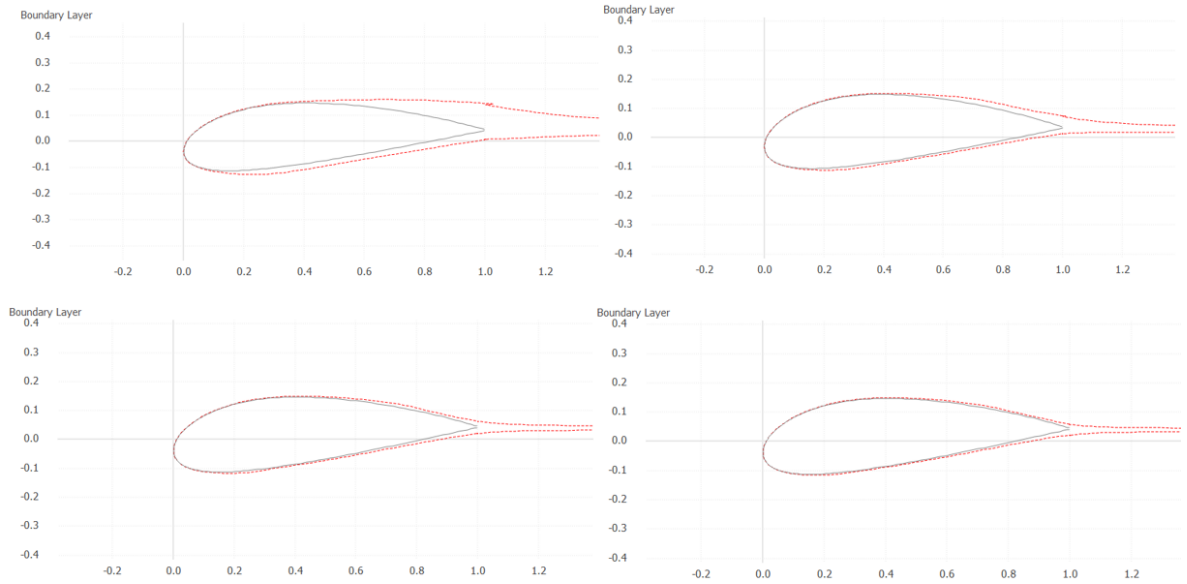


Рис. 1 Зникнення відриву потоку при збільшенні чисел Рейнольдса на прикладі NACA 4424

Було визначено, що оптимізація кута атаки дозволяє краще використовувати енергію потоку, проте при занадто великих значеннях спостерігається значний відрив потоку, що призводить до падіння коефіцієнта потужності. Вплив хорди переважає у аеродинамічних профілів з великим вигином та профілів з середнім вигином, але великою або малою товщиною, це спричинене явищем відриву потоку при малих числах Рейнольдса, але завелике збільшення хорди може занадто збільшити силу опору, тоді перевага переходить куту закручення. Вплив кута закручення переважає у аеродинамічних профілів з малим вигином та профілів з середньою товщиною й кутом закручення. Аеродинамічні профілі з малим й середнім вигином потребують точного налаштування кута атаки аби працювати, при цьому навіть на малих числах Рейнольдса потік повітря достатньо щільно обтікає лопать, тому пріоритет слід надавати саме куту закручення.

Перелік посилань

1. Андерсон Дж. Д., Fundamentals of Aerodynamics. 6 вид. Нью-Йорк : McGraw-Hill Education, 2017. 1146 ст.

ГІРНИЧА ПРОМИСЛОВІСТЬ ТА ГЕОІНЖЕНЕРІЯ

ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Валов Кирило Костянтинович, група 184-22-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Мамайкін Олександр Рюрікович**

В сучасних умовах розвитку вугільної промисловості України зростає потреба в більш об'єктивній та обґрунтованій оцінці вугільних родовищ [1]. Це пов'язано як із ринковими вимогами [2], так і з необхідністю ефективного використання ресурсів гірничодобувних підприємств [3]. Варто зазначити, що в умовах енергетичних викликів та трансформації паливно-енергетичного комплексу роль вугільних родовищ поступово змінюється. Це вимагає не лише їх кількісної оцінки, а й комплексного аналізу з урахуванням екологічних, економічних та технологічних факторів. Саме тому сучасні підходи до оцінки повинні орієнтуватися на принципи раціонального надрокористування та підвищення ефективності використання ресурсної бази.

Оцінка вугільних родовищ включає вирішення таких завдань, як підрахунок запасів, визначення умов залягання пластів, встановлення доцільності їх розробки, а також оцінка економічної ефективності інвестицій. На сьогодні існують різні підходи до оцінки родовищ, які умовно можна поділити на дві групи: технічні та економічні.

Технічні методи базуються на аналізі гірничо-геологічних умов і дозволяють попередньо оцінити складність розробки родовища. Проте їхнім недоліком є те, що вони не враховують економічні аспекти, зокрема витрати та прибутковість. У свою чергу, економічні методи, зокрема метод сумарного дисконтованого доходу, дають змогу оцінити інвестиційну привабливість, але мають обмеження, пов'язані зі складністю прогнозування показників на довгострокову перспективу. Окрему увагу слід приділити використанню математичного та геомеханічного моделювання, яке дозволяє враховувати вплив різних факторів на процес розробки родовищ. Застосування моделей дає можливість прогнозувати зміну параметрів гірського масиву, оцінювати ризики та обирати найбільш ефективні технологічні рішення.

Аналіз існуючих підходів [4, 5] показав, що вони не повною мірою враховують неоднорідність умов залягання пластів, а також складність прийняття рішень у випадку використання кількох критеріїв оцінки одночасно. Крім того, недостатньо розробленими залишаються питання врахування результатів моделювання різних варіантів розробки родовищ [6]. У зв'язку з цим доцільним є вдосконалення методів оцінки шляхом поєднання технічних та економічних підходів. На першому етапі пропонується здійснювати відбір перспективних родовищ за технічними показниками, а на другому – проводити їх економічну оцінку. Також важливим є розроблення моделей, які враховують невизначеність гірничо-геологічних умов та дозволяють більш точно оцінити ефективність інвестицій.

Також важливим є врахування інвестиційних ризиків [7], які можуть виникати при освоєнні складних за умовами родовищ. Невизначеність геологічної інформації, коливання ринкових цін та зміни у нормативно-правовій базі можуть суттєво впливати на кінцеву ефективність проєктів. Тому доцільним є використання багатокритеріальних підходів до оцінки, які дозволяють більш гнучко приймати управлінські рішення.

У висновку можна сказати, що вдосконалення моделей та методів оцінки вугільних родовищ є важливою умовою підвищення ефективності функціонування гірничодобувних підприємств Західного Донбасу. Поєднання технічних та економічних підходів дозволяє більш повно враховувати як гірничо-геологічні умови, так і інвестиційні аспекти освоєння родовищ. Крім того, використання сучасних моделей і багатокритеріальних методів оцінки сприяє прийняттю більш обґрунтованих управлінських рішень в умовах невизначеності. Це, у свою чергу, забезпечує підвищення ефективності використання ресурсів та стабільний розвиток підприємств вугільної галузі.

Перелік посилань

1. Гріньов В. Г., Хорольський А. О., Мамайкін О. Р. Оцінка стану та оптимізація параметрів технологічних схем вугільних шахт // Вісник Криворізького національного університету. 2019. № 48. С. 31–37. DOI: https://doi.org/10.31721/2306-5451-2019-1-48-31-37

2. Khorolskyi A. O., Zelenakova M., Krukovskyi O. P., Mamaikin O. R., Delehan S. V. Strategic selection of coal mining enterprises' industrial stock finalization based on the analytic hierarchy process (AHP method) // Mineral Resources of Ukraine. 2025. № 4. P. 59–64. DOI: https://doi.org/10.31996/mru.2025.4.59-64

3. Хорольський А. О., Гріньов В. Г. Закономірності формування технологічних схем для ефективної експлуатації вугільних родовищ // Форум гірників–2018: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Дніпро, 2018. С. 43–51.

4. Ащеулова О. М., Хорольський А. О., Фомичова Л. Я., Почепов В. М., Мамайкін О. Р. Моделі та методи дослідження внутрішніх резервів вугледобувних підприємств: монографія. Дніпро: Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 2022.

5. Salli S., Mamaykin O., Smolanov S. Inner potential of technological networks of coal mines // Mining of Mineral Deposits 2013: Annual Scientific-Technical Collection. 2013. P. 243–246. DOI: https://doi.org/10.1201/b16354-45

6. Хорольський А. О., Медяник В. Ю., Мартиненко О. О., Сидоренко Р. К., Мамайкін О. Р. Розробка моделі підтримки життєдіяльності вугледобувних підприємств на основі дослідження еластичності продуктивних потоків // Збірник наукових праць НГУ. 2024. № 79. С. 95–107. DOI: https://doi.org/10.33271/crpnmu/79.095

7. Ащеулова О. М., Демченко Ю. І., Прихорчук О. І., Мамайкін О. Р. Оптимальний розподіл інвестицій у групі взаємопов'язаних підприємств вугільної галузі // Економіка, управління та адміністрування. 2019. № 4 (90). С. 8–14. DOI: https://doi.org/10.26642/ema-2019-4(90)-8-14

ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЗОЛЬНОСТІ ВУГІЛЛЯ В УМОВАХ ПЛАСТА С5 ШАХТИ ІМЕНІ ГЕРОЇВ КОСМОСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гладишев Богдан Олексійович, група ГРм-25-2
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Руських Владислав Васильович**

Сучасні умови відпрацювання запасів вугілля характеризуються зниженням рівня геологічної вивченості шахтних полів та ускладненням гірничо-геологічних умов. Значна частина шахт ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля» завершує розробку запасів, що мають низький ступінь розвідки та мінімально допустиму потужність пласта. За таких умов особливої актуальності набуває оперативне прогнозування якісних показників вугілля, зокрема експлуатаційної зольності, яка безпосередньо впливає на собівартість видобутку та відповідність продукції вимогам теплоелектростанцій [1, 2].

Традиційні методи детальної свердловинної розвідки є достатньо витратними та не завжди економічно доцільними. Водночас випереджаюча експлуатаційна розвідка під час проведення гірничих виробок не забезпечує повної просторової характеристики пласта та змін його якісних показників. У зв’язку з цим перспективним напрямом є застосування цифрових технологій, зокрема методів машинного навчання та математичного моделювання [3].

У роботі запропоновано метод прогнозування експлуатаційної зольності вугільного пласта C_5 в умовах шахти ім. Героїв Космосу на основі даних геологічної розвідки. Початкові дані включають координати свердловин, глибину перетину підошви пласта, потужність та показники зольності. Загальний вигляд цих даних представлено в табл. 1.

Таблиця 1. Загальний вигляд даних геологічної розвідки

№ розвід. свердловини	Координати зустрічі пласта			Потужність пласта, м	Материнська зольніст, %
	x	y	z		
4357	308,1	1730	-18,69	0,88	4
4360	281,65	1426,72	-38,54	0,78	4,2
…	…	…	…	…	…
4352	496,01	1219,57	-51,93	0,9	7,9
4350	527,12	1562,05	-31,65	0,88	4

Просторове моделювання виконувалось у середовищі AutoCAD із побудовою тривимірної моделі пласта та тріангуляцією розвіданих точок. Подальший аналіз і побудова прогнозної моделі здійснювались у Google Colaboratory із використанням регресійного аналізу [4, 5].

Для оцінки якісних характеристик виїмкового стовпа досліджувану ділянку було поділено на регулярну сітку з кроком 30×30 м (рис. 1).

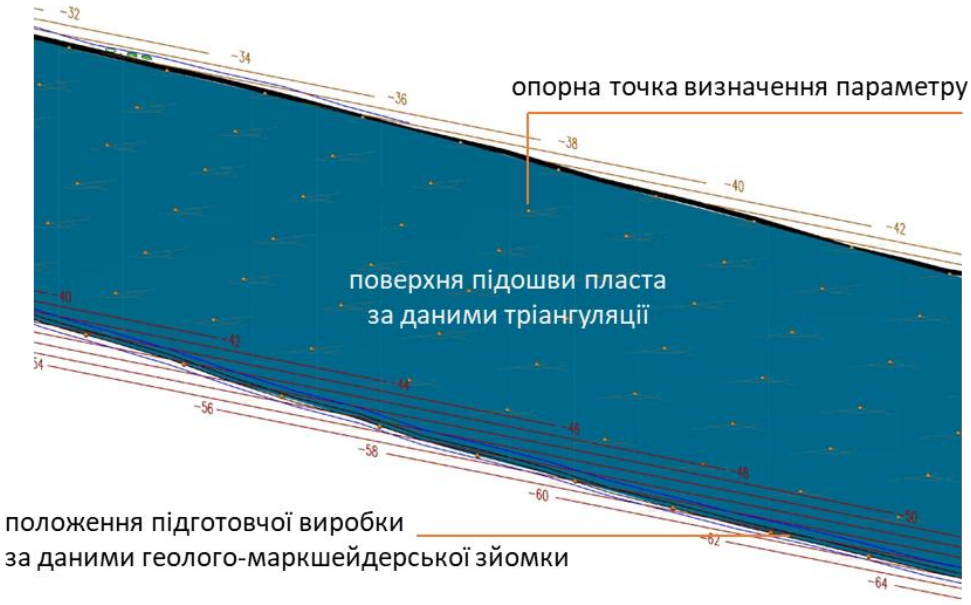


Рис. 1 Розділення виїмкового стовпа на опорні точки

За результатами розрахунків сформовано теплову карту розподілу зольності (рис. 2). Встановлено, що на початковій стадії відпрацювання очікується видобуток вугілля із зольністю 25–27 %, а в подальшому якість вугілля покращується до 21 %. Середнє значення зольності у межах виїмкового стовпа становить 24 %.

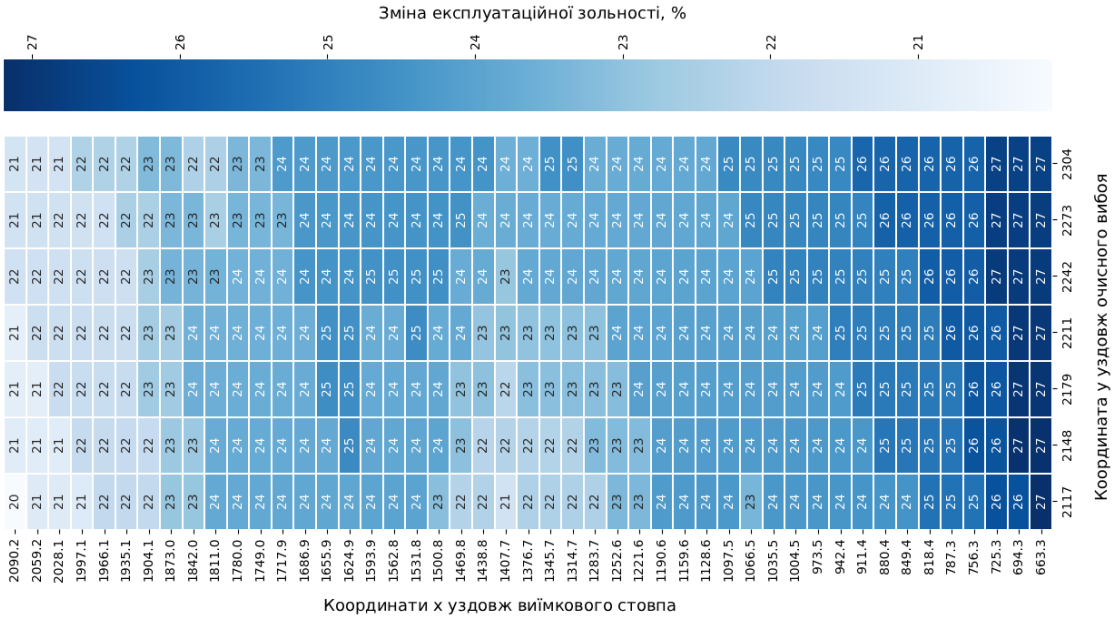


Рис 2 Теплова діаграма зміни зольності уздовж виїмкового стовпа

Згідно з результатами моделювання, об’єм чистого вугілля у межах стовпа становить 244248 м³, що відповідає близько 317,5 тис. т запасів. Додатково прогнозується вилучення 119,63 тис. т пустої породи.

Таким чином, запропонований метод дозволяє оперативно оцінювати якісні характеристики запасів вугілля, знижувати витрати на додаткову геологічну розвідку та підвищувати ефективність планування очисних робіт. Використання інструментів машинного навчання відкриває перспективи створення автоматизованих систем управління якістю видобутку на вугільних підприємствах.

Перелік посилань

1. ДСТУ 4083:2012. Вугілля кам’яне та антрацит для пиловидного спалювання на теплових електростанціях. Технічні умови. .

2. Основи проектування процесів гірничого виробництва. Навчальний посібник / В.І. Сулаєв, О.О. Яворська, В.В. Руських та ін. М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Дніпровська політехніка". - Дніпро: НТУ "ДП", 2023. - 247с..

3. В.В. Руських, В.І. Сулаєв. Методика прогнозування якісних показників вугілля в межах виїмкового стовпа. Збірник наукових праць НГУ. - Дніпро. Національний ТУ “Дніпровська політехніка”, 2023 - № 73.

https://doi.org/10.33271/crpnmu/73.045

4. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras and TensorFlow. O’Reilly Media, 2019. ISBN: 978-1-492-03264-9

5. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.

DOI:10.1007/s10710-017-9314-z

АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ПРИ ВЕДЕННІ ПІДЗЕМНИХ РОБІТ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Єресько Олександр Олексійович, група 184-23-10
***Науковий керівник*: PhD, доц. Шека Іван Валерійович**

В сучасних умовах розвитку гірничої промисловості особливої актуальності набуває дослідження напружено-деформованого стану (НДС) гірського масиву при веденні підземних робіт [1]. Забезпечення стійкості гірничих виробок та безпеки праці безпосередньо залежить від точності оцінки змін напружень і деформацій у масиві порід.

Зростання глибин розробки родовищ і ускладнення гірничо-геологічних умов призводить до підвищення рівня гірського тиску [2, 3] і збільшення ймовірності його небезпечних проявів [4]. У цих умовах традиційні методи оцінки стану масиву виявляються недостатніми, що обумовлює необхідність впровадження сучасних підходів до аналізу та прогнозування НДС.

Формування напруженого стану гірського масиву є складним процесом, який залежить від багатьох факторів, серед яких: фізико-механічні властивості порід, геологічна будова родовища, глибина залягання, а також технологія ведення гірничих робіт. Особливий вплив мають тектонічні порушення та неоднорідність масиву, які можуть спричиняти локальні концентрації напружень.

Одним із ключових інструментів дослідження НДС є чисельне моделювання. Використання методів скінченних елементів дозволяє відтворювати складні геомеханічні процеси [5] та аналізувати поведінку масиву при різних сценаріях ведення робіт [6]. Моделі дають змогу оцінити розподіл напружень, визначити зони пластичних деформацій та передбачити можливі області руйнування.

Важливим напрямком є інтеграція результатів моделювання з даними натурних спостережень. Системи геомоніторингу, що включають тензометричні, акустичні та геодезичні методи вимірювання, забезпечують отримання інформації про фактичний стан масиву. Порівняння розрахункових і експериментальних даних дозволяє підвищити достовірність прогнозів.

Непрогнозовані зміни НДС можуть призводити до таких небезпечних явищ, як обвалення, викиди породи та раптові деформації виробок. У зв’язку з цим особливого значення набуває розробка методів раннього попередження [7], які базуються на аналізі динаміки змін параметрів масиву.

Сучасні цифрові технології відкривають нові можливості для прогнозування стану гірського масиву. Використання систем обробки великих даних та елементів штучного інтелекту дозволяє виявляти приховані закономірності у поведінці порід та формувати прогностичні моделі. Це сприяє переходу від реактивного до превентивного управління гірничими процесами.

Одним із перспективних напрямків є створення цифрових двійників гірничих виробок, які відображають їх реальний стан у режимі реального часу.

Такі системи дозволяють оперативно оцінювати вплив технологічних рішень на НДС масиву та своєчасно коригувати параметри ведення робіт.

Таким чином, аналіз і прогнозування напружено-деформованого стану гірського масиву є важливою складовою забезпечення безпеки та ефективності гірничих робіт. Поєднання чисельного моделювання, натурних спостережень та цифрових технологій створює основу для підвищення точності прогнозів і зниження ризику аварійних ситуацій.

Перелік посилань

1. Шека І. В. Аналіз напружено-деформованого стану кріплення із композитних матеріалів на основах біоніки // Молодь: наука та інновації : матеріали XII Всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 18–19 трав. 2022 р. Дніпро, 2022. С. 89–90.

2. Symanovych H., Krasnyk V., Odnovol M., Snihur M., Sheka I. Optimization of rational parameters for fastening and protection systems of mine workings in conditions of occurrence of unpredictable rock pressure manifestations // Mining of Mineral Deposits. 2025. Vol. 19, No. 2. P. 107–120. DOI: https://doi.org/10.33271/mining19.02.107

3. Kovalevska I. A., Bondarenko V. I., Symanovych H. A., Sheka I. V., Tsivka Ye. S. Modeling the rational parameters for innovative fastening systems in mine workings using composite materials // Proceedings of the 15th International Congress on Rock Mechanics and Rock Engineering & 72nd Geomechanics Colloquium – Challenges in Rock Mechanics and Rock Engineering. 2022. P. 1538–1543.

4. Цівка Є. С. Вирішення проблеми нерівномірного розподілу тиску навколо виробки у складних гірничо-геологічних умовах // Наукова весна : матеріали наук.-техн. конф. аспірантів та молодих вчених. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2022. С. 86–88.

5. Цівка Є. С. Вирішення складних задач геомеханіки за допомогою методу обчислювального експерименту // Молодь: наука та інновації 2021 : матеріали IX Всеукр. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених. 2021. С. 487–488.

6. Бондаренко В., Шека І. Дослідження впливу різних гірничо-геологічних умов на дренажний штрек, що закріплений композитним кріпленням // Ukrainian School of Mining Engineering 2023 : матеріали конф. 2023. С. 59–60. DOI: https://doi.org/10.33271/usme16.059

7. Бондаренко В. І., Ковалевська І. А., Галков Р. А., Мамайкін О. Р., Шека І. В. Обґрунтування методів прогнозування раннього виявлення зон підвищених деформацій для забезпечення повторного використання гірничих виробок // Збірник наукових праць НГУ. 2025. № 81. С. 7–17. DOI: https://doi.org/10.33271/crpnmu/81.007

ДОСВІД ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ НА ШАХТІ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ ПРАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кесарь Павло Олегович, група 184-22-4 ІП
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Медяник Володимир Юрійович**

Особливе місце в енергозабезпеченні промисловості України посідає Західний Донбас, на території якого залягає 25 млрд т вугілля, що становить 21,3 % від загальних ресурсів країни. Тут видобувається понад 40% усього українського вугілля. Однак основні промислові запаси 51% зосереджені в пластах товщиною 0,5-0,8 м. За час інтенсивної роботи шахт Західного Донбасу були відпрацьовані більш продуктивні запаси з відносно сприятливими умовами. І в ряді випадків, на діючих горизонтах шахт, запасів вугілля вистачить лише на 5-20 років, за попередніх обсягів і технологій видобутку. Тому перед шахтами постає гостра необхідність залучення до відпрацювання резервних запасів, залишених як недоцільні за фактором геологічної потужності пласта в перехідних умовах з декарбонізації [1, 2, 3].

Вирішальним фактором при відтворенні запасів певною мірою є планування гірничих робіт, згідно загального циклу ведення гірничих робіт на нових горизонтах, спрямованих на комплексну розробку запасів родовища [4-11]. Проаналізуємо багаторічний досвід роботи на одній з шахт ПраТ «ДТЕК Павлоградвугілля», для виявлення усіх плюсів та мінусів.

Похиле поле блоку №2 на горизонті 300 м розкрито з боку блоку №1 похилим квершлагом, з людського ходка. Магістральні виробки вугільних пластів C_6^1 і C_6 горизонтів 300 і 290 м з'єднані горизонтальними квершлагами з навколостовбуровим двором горизонту 300 м біля стволів блоку №2. Пройдено магістральні відкатний і вентиляційний квершлаги гор. 300 м і гор. 490 м для розкриття блоку №3.

На шахті очисні роботи ведуться на пласті C_6 в похилому полі шахти (блок №2 і №3) як у західному, так і в східному крилі шахтного поля, а підготовка видобувних ділянок здійснюється як з горизонту 300 м, так і з горизонту 490 м.

Схема підготовки шахтного поля – панельна. Система розробки – довгі стовпи одинарними лавами. Виробки проводяться по падінню та простяганню. Довжина видобувних стовпів становить 2400 м. Спосіб управління покрівлею – повне обвалення. Викопіювання з плану гірничих робіт по пласту C_6 зображено на рисунку 1.

Так останнім часом при відпрацюванні 186 лави видобувної дільниці №4 та переходу до 188 лави по пласту C_6 потрапили на порушення у масиві гірських порід на горизонті 490 м, не прогнозовані геологічними даними, та вимушені проходити розрізну виробку аж 20 м по породі. В таких умовах кліваж у самому пласті був чітко виражений, що в зоні опорного гірського тиску в привибійній частині лави сказувався на віджимі вугілля, котре розчавлювало та видавлювало його з площини вибою. При старті 186 лаві спостерігалось надхо-

дження води у гірничі виробки, ну хоч при подальшому відході лави він припинився. Мав місце дуже підвищений гірський тиск, що засвідчує деформаціями ніжок стояків металевого кріплення (розриває їх на три частини), що свідчить наявність у зонах ПГТ залягання у підошві міцного піщаника. Метал аркового кріплення не дуже гарної якості, б/у з прокату. Анкера по 50 см, що встановлені на сполученні лави зі штреками, не працюють. Дуже важко тримати сполучення лави зі штреками. Також дав о собі знати і підвищений газовий фактор. З мінусів сказалося застаріле обладнання, не витримає виймальна техніка (вже замінили 8 поворотних редукторів), техніка імпортна б/у з сусідньої шахти. Так мале місце вихід з роботи привибійних риштаків і навісного обладнання. Болюче сказалося відсутність нормальних не деформованих рейок рельсового путі, що уповільнює відкатку і внутрішньо шахтну логістику, а також нестачі робочої сили на зміні, й низькою кваліфікацією гірників переселенців. Але не зважаючи на виклики часу вийшло досягти добового середньодобового навантаження на очисний вибій 2098 т/добу з актуалізацією стратегіє видобутку вугілля по шахті С* ПраТ «ДТЕК Павлоградвугілля» до 2032 року.



Рис. 1 Викопіювання з плана гірничих робіт по пласту C_6

У зв'язку з цим визначення оптимальних параметрів відпрацювання [4, 5, 7, 9] і перехід гірничих підприємств на роботу з економічно обґрунтованими нормативами інтенсивності розробки [6, 8], концентрації гірничих робіти [1-11], раціонального використання запасів в умовах воєнного часу [10, 11] є важливою задачею і не тільки для шахт ПраТ «ДТЕК Павлоградвугілля, а і для всієї гірничодобувної промисловості України.

Перелік посилань

1. Півняк, Г. Г., et al. "Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України." (2013).

2. Bondarenko, V. I., et al. "Detection methodology laws and the laws of mining sciences." *Mining of mineral deposits* 3 (2009): 359-367.

3. Роман, С. Г., Медяник, В. Ю., & Медведєва, О. О. (2021). Аналіз потенціалу видобувних підприємств гірничої промисловості України.

4. Medianyk, V. (2020). Solutions multivariance about designing new levels of coal mines. *Rudarsko Geolosko Naftni Zbornik*, *35*(2).

5. Petlovanyi, M. (2019). Solution of some geodesigning issues and development of mineral resources with underground method/V. Medianyk & M. Petlovanyi. In *Materials of the International Scientific & Practical Conference: Physical & Chemical Geotechnologies* (pp. 43-44).

6. Медяник, В., Демченко, Ю., & Лапко, В. (2019). Методичні підходи щодо оцінювання внутрішніх економічних резервів на вугледобувних підприємствах./XIII Міжнародна науково-практична конференція «Українська школа гірничої інженерії». *Українська школа гірничої інженерії», XIII Міжнародна науково-практична конференція Дніпро-Бердянськ*, 3-7.

7. Medyanyk, V. Y., & Bolotov, O. P. (2013). PREDICTION OF SPACING OF PRIMARY ROOF CAVING OF HARD ROOF AT DEVELOPMENT OF GENTLY DIPPING ANTHRACITE BEDS IN DEEP MINES. *Scientific Bulletin of National Mining University*, (5).

8. Медяник, В. Ю. (2017). Креативний підхід до проектування нових горизонтів газовугільних шахт. *Збірник наукових праць за результатами всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв», Індустріальний інститут ДВНЗ Доннту, 11-12 квітня 2017 року.-393 с.*, 339.

9. Medyanik, V., Shevchenko, A., & Poymanov, S. (2013). Analysis of coal reserves development on seam C5 Mine" Samarskaya" PSS" Mine Management Ternovskoe" PJSC" DTEK Pavlogradugol". *Mining of mineral deposits*, *7*(2), 171-182.

10. Медяник, В. Ю., & Пойманов, С. М. (2024, June). Геопроєктування та моніторинг за безпечним виконанням робіт з використанням 3-d лідар сканерів при відпрацюванні родовищ корисних копалин підземним способом. In *Innovative development of science, technology and education. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. Perfect Publishing. Vancouver, Canada* (pp. 207-213).

11. Medianyk, V. Y. (2025). To the current issues of mine design. In *Current trends in scientific research development. Proceedings of the 12th International scientific and practical conference. BoScience Publisher. Boston, USA* (pp. 91-103).

ЦИРКУЛЯРНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У ГІРНИЧО-ЕНЕРГЕТИЧНОМУ КОМПЛЕКСІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кобець Віталій Володимирович 184-22-4 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Малашкевич Дмитро Сергійович**

Гірничо-енергетичний комплекс є основою промислового розвитку, забезпечуючи економіку енергетичними та мінеральними ресурсами. Водночас галузь створює значне техногенне навантаження через видобуток порід, утворення відходів, порушення земель і забруднення вод. Традиційна лінійна модель «видобути – використати – складувати» не відповідає принципам сталого розвитку, оскільки значна частина сировини втрачається як відходи, хоча може бути повторно використана.

У сучасній науковій літературі циркулярна економіка розглядається як альтернатива лінійній моделі природокористування. На думку [1], циркулярна економіка передбачає збереження цінності матеріалів, ресурсів і продукції якомога довше за рахунок повторного використання, відновлення, переробки та мінімізації утворення відходів. У роботі авторів [2] підкреслюється, що циркулярна економіка має не лише екологічне значення, а й дозволяє підвищити ефективність використання матеріальних потоків. У контексті гірничо-енергетичного комплексу це означає необхідність переходу від пасивного складування відходів до їх активного залучення у виробничі процеси.

Особливістю гірничої промисловості є те, що вона одночасно виступає джерелом первинної сировини та великим генератором вторинних ресурсів. У роботі [3] зазначено, що гірничі підприємства можуть відігравати важливу роль у переході до циркулярної економіки, якщо принципи повторного використання ресурсів застосовуватимуться безпосередньо на рівні шахти або гірничого підприємства. Це положення є особливо актуальним для вугільної галузі, де значні обсяги пустих порід у відходах збагачення традиційно накопичуються на поверхні. З позицій циркулярної економіки такі матеріали доцільно розглядати не як кінцеві відходи, а як техногенні ресурси, що можуть бути використані для закладки виробленого простору, дорожнього будівництва, виробництва будівельних матеріалів або вилучення цінних компонентів.

Важливе місце у сучасних дослідженнях займає проблема використання шахтної породи та золи як закладних матеріалів. Так у роботі [4] доведено можливість повторного використання вугільної пороли та золи виносу як матеріалів для закладки виробленого простору, що дозволяє одночасно вирішувати дві проблеми: утилізувати тверді відходи та контролювати осідання земної поверхні. Подібний підхід розвивається і в роботах китайських дослідників, де технологію solid backfilling розглядають як один із найбільш ефективних напрямів екологізації вуглевидобутку. Зокрема у роботі [5] аналізують технології розділення вугілля і породи з подальшим використанням відходів для закладки, що фактично формує замкнутий технологічний цикл у межах шахти.

Окрему увагу в літературі приділено використанню вугільної породи – coal gangue. Автори [5] зазначають, що у Китаї порода становить близько 15-20% від обсягу видобутку вугілля, а її складування на поверхні призводить для зайняття значних площ і забруднення довкілля. Саме тому підземна утилізація таких відходів через закладку виробленого простору розглядається як перспективний напрям циркулярного управління ресурсами. Цей досвід є важливим для України, оскільки в умовах Західного Донбасу також спостерігається значне утворення пустих порід, пов'язане з відпрацюванням тонких вугільних пластів і необхідністю присікання бічних порід.

Українські дослідники також зробили вагомий внесок у розвиток маловідходних і циркулярних підходів. У роботі [6] виконано комплексну оцінку якості видобутого вугілля та гірничо-геологічних умов шахт Західного Донбасу, що дозволило обґрунтувати проблему високої експлуатаційної зольності та значного утворення порід у процесі видобутку. Дослідження [7] також має важливе значення для теми циркулярного управління ресурсами, оскільки показує, що проблема відходоутворення у вуглевидобутку пов'язана не лише з подальшим збагаченням, а вже з технологією очисного виймання.

У роботі [8] запропоновано новий підхід до створення прогресивної маловідходної технології розробки тонких вугільних пластів Західного Донбасу. Автори обґрунтовують доцільність селективного виймання вугілля та породи із залишенням пустих порід у виробленому просторі.

Аналіз літератури свідчить, що одним із найбільш перспективних напрямів циркулярного управління ресурсами є поєднання трьох процесів: селективного видобутку, розділення матеріальних потоків і закладки виробленого простору. Така система дозволяє мінімізувати вихід пустих порід на поверхню і створити внутрішній цикл використання відходів у межах шахти. Водночас у наукових джерелах наголошується, що ефективність таких технологій значною мірою залежить від фізико-механічних властивостей закладного матеріалу, гранулометричного складу порід, коефіцієнта розпушення та здатності закладного масиву сприймати навантаження від гірського масиву.

Окрім закладки, важливим напрямом циркулярної економіки у гірничо-енергетичному комплексі є повторне використання відходів у будівництві та виробництві матеріалів. Дослідження [9] показує, що шахтні відходи можуть бути джерелом як екологічних ризиків, так і додаткової сировини, якщо їх правильно класифікувати та переробляти. У роботі [10] запропоновано оцінювати потенціал використання вугільних відходів з позиції технічної придатності, кількості, економічної доцільності та можливих сфер застосування. Такий підхід є корисним для формування баз даних техногенних ресурсів, що особливо актуально для шахтних регіонів України.

Ще одним перспективним напрямом є вилучення цінних компонентів із відходів гірничого та енергетичного виробництва. У роботі [11] розглянуто проблему наявності рідкісних і рідкісноземельних елементів у вугіллі та продуктах його переробки. З позицій циркулярної економіки це означає, що вугілля, зола, шлаки та відходи збагачення можуть розглядатися як потенціні джерела критичної мінеральної сировини. Для України такий напрям є особливо перспектив-

ним у контексті післявоєнного відновлення, розвитку власної мінерально-сировинної бази та зменшення імпортозалежності за окремими видами стратегічних матеріалів.

Таким чином, аналіз літератури показує, що циркулярні підходи в гірничо-енергетичному комплексі мають впроваджуватися безпосередньо у технологію видобутку, а не обмежуватися переробкою відходів. Для вугільної промисловості це означає залишення породи у підземному просторі як закладного матеріалу. Такий підхід зменшує екологічне навантаження, підвищує якість вугілля та скорочує витрати на транспортування.

Перелік посилань

1. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling. 2017. Vol. 127. P. 221–232.

2. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 114. P. 11–32.

3. Lèbre É., Corder G., Golev A. The role of the mining industry in a circular economy: A framework for resource management at the mine site level. Journal of Industrial Ecology. 2017. Vol. 21, No. 3. P. 662–672.

4. Li M., Zhang J., Li A., Zhou N. Reutilisation of coal gangue and fly ash as underground backfill materials for surface subsidence control. Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 254. Article 120113.

5. Zhang Q., Zhang J., Wu Z., Chen Y. Overview of solid backfilling technology based on coal-waste underground separation in China. Sustainability. 2019. Vol. 11, No. 7. Article 2118.

6. Malashkevych D., Poimanov S., Shypunov S., Yerisov M. Comprehensive assessment of the mined coal quality and mining conditions in the Western Donbas mines. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 201. Article 01013.

7. Petlovanyi M. V., Malashkevych D. S., Sai K. S. The new approach to creating progressive and low-waste mining technology for thin coal seams. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2020. Vol. 29, No. 4. P. 765–775.

8. Malashkevych D., Petlovanyi M., Sai K., Zubko S. Research into the coal quality with a new selective mining technology of the waste rock accumulation in the mined-out area. *Mining of Mineral Deposits*. 2022. Vol. 16, No. 4.

9. Liu T., Chen J., Li X., Wang B., Ying Z., Wang J., Wu G. Recycling and resource utilization of coal fly ash: a review. Separation and Purification Technology. 2025. Vol. 375. Article 133791.

10. Amrani, M., Taha, Y., El Haloui, Y., Benzaazoua, M., & Hakkou, R. (2020). Sustainable reuse of coal mine waste: Experimental and economic assessments for embankments and pavement layer applications in Morocco. *Minerals*, 10(10), 851.

11. Seredin, V. V., & Dai, S. (2012). Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium. *International Journal of Coal Geology*, 94, 67–93.

АНАЛІЗ МАЛОВІДХОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ЇХ РОЛЬ У СТАЛОМУ РОЗВИТКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кубкін Сергій Володимирович, група 184-22-4 ІП
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Малашкевич Дмитро Сергійович**

Гірнича промисловість є однією з ключових галузей економіки, що забезпечує ресурсну базу для енергетики, металургії та будівництва. Водночас її функціонування супроводжується значними техногенними навантаженнями на довкілля, що проявляється у накопиченні великих обсягів відходів, деградації земель та порушення екологічної рівноваги. У процесі видобутку корисних копалин утворюються відходи збагачення, частка яких у загальному обсязі гірничої маси може досягати 40-50%. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження моловідходних технологій, які спрямовані на зменшення обсягів відходів та підвищення рівня їх повторного використання в межах виробничого циклу [1].

Маловідходні технології у гірничій промисловості являють собою комплекс технічних і технологічних рішень, спрямованих на раціональне використання мінеральних ресурсів та мінімізацію негативного впливу на довкілля. В основі таких технологій лежить принцип замкнутого циклу, який передбачає максимальне залучення відходів у повторне використання. Сучасні наукові дослідження підтверджують, що перехід до маловідходних технологій є одним із ключових напрямів розвитку гірничої промисловості в умовах формування циркулярної економіки с

Одним із найбільш ефективних напрямів реалізації маловідходного виробництва є технологія закладки виробленого простору. Суть даного підходу полягає у використанні відходів гірничого виробництва як закладного матеріалу для заповнення підземних пустот утворених в результаті видобування корисної копалини. Використання шахтної породи, золошлакових матеріалів та інших відходів для формування закладних масивів сприяє покращенню геомеханічного стану гірського масиву та зменшенню осідань земної поверхні. За результатами досліджень, застосування щільної закладки дозволяє ефективно контролювати деформаційні процеси та підвищує безпеку ведення гірничих робіт.

Важливим напрямом розвитку маловідходних технологій є селективний видобуток корисних копалин. Сутність технології полягає у відокремленні корисної копалини від пустої породи безпосередньо в процесі відпрацювання пласта. Це дозволяє значно зменшити обсяги відходів, що транспортуються на поверхню, та підвищити якість видобутої сировини. Особливе значення має селективна технологія із залишенням породи у виробленому просторі, яка забезпечує зниження навантаження на довкілля та підвищує ефективність роботи вугільних підприємств в умовах розробки тонких та вельми тонких пластів [5].

Сучасний етап розвитку гірничої промисловості характеризується активним впровадженням технологій повторного використання відходів як вторинної сировини. Відходи вуглевидобутку можуть застосовуватися у будівельній галузі,

при виробництві цементу, у дорожньому будівництві, а також як компонент закладних сумішей. Зокрема, використання шахтної породи та золи дозволяє створювати закладні матеріали з необхідними фізико-механічними характеристиками, що забезпечує ефективну експлуатацію очисних та підготовчих виробок [3]. Крім того, відходи гірничого виробництва можуть містити цінні компоненти, зокрема рідкісні та рідкісноземельні елементи, що відкриває перспективи їх вилучення та використання у високотехнологічних галузях.

Впровадження маловідходних технологій має значний позитивний вплив на екологічний стан територій. Застосування технологій закладання вироблених просторів дозволяє зменшити деформації земної поверхні та запобігти розвитку небезпечних геодинамічних процесів. Дослідження авторів [6] свідчать, що ефективне управління відходами є одним із ключових факторів забезпечення екологічної безпеки гірничих підприємств.

Перспективи розвитку маловідходних технологій пов'язані з впровадженням інноваційних підходів, зокрема цифрових технологій, систем автоматизованого управління та штучного інтелекту. Використання цифрових моделей родовищ дозволяє оптимізувати процеси видобутку та переробки, зменшити втрати корисної копалини та підвищити ефективність використання ресурсів. Важливим напрямом є інтеграція гірничого виробництва з відновлюваною енергетикою та створення комплексних систем управління ресурсами, що відповідають принципам сталого розвитку.

Таким чином, маловідходні технології відіграють ключову роль у трансформації гірничої промисловості та забезпеченні її сталого розвитку. Їх впровадження дозволяє не лише мінімізувати негативний вплив на довкілля, але й створює додаткові економічні можливості за рахунок більш ефективного використання ресурсів.

Перелік посилань

1. Malashkevych D., Poimanov S., Shypunov S., Yerisov M. Comprehensive assessment of the mined coal quality and mining conditions in the Western Donbas mines. E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 201.

2. Petlovanyi M. V., Malashkevych D. S., Sai K. S. The new approach to creating progressive and low-waste mining technology for thin coal seams. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2020. Vol. 29, No. 4. P. 765–775.

3. Li M., Zhang J., Li A., Zhou N. Reutilisation of coal gangue and fly ash as underground backfill materials. Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 254.

4. Zhang Q., Zhang J., Wu Z., Chen Y. Overview of solid backfilling technology. Sustainability. 2019. Vol. 11, No. 7.

5. Малашкевич Д.С. Розробка технологічних схем селективного відпрацювання пластів із залишенням породи у виробленому просторі. Дніпро: ЛізунновПрес, 2021.

6. Buzylo V., Pavlychenko A., Borysovska O. Ecological aspects of filling mined-out area. 2020.

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF COAL EXTRACTION TECHNOLOGY USING THE DBT PLOUGH SYSTEM UNDER THE MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE "ZAKHIDNO-DONBASKA" MINE OF PJSC "DTEK PAVLOHRADVUHILLIA"

Dnipro University of Technology

Andrii Semeniuta, group 184-22-4
Academic supervisor: **Viktor Lapko, Senior Lecturer of the Department of Mining Engineering and Education**

Relevance of the Study. The industrial reserves of bituminous coal in Ukraine to a depth of 1,500 m are estimated at 34.4 billion tonnes; however, approximately 70-80% of these reserves are contained within thin (up to 1.2 m) and ultra-thin (less than 0.7 m) coal seams [1]. In international mining practice, such seams are generally classified as uneconomic and are therefore excluded from commercial exploitation. Meanwhile, the average depth of coal mining operations in Ukraine exceeds 700 m, resulting in increasingly complex mining and geological conditions and a decline in operational efficiency.

In recent years, the technical and technological status of Ukrainian coal mines has undergone significant transformation. Leading mining enterprises have implemented modern high-performance mining equipment, enabling increased concentration of mining operations and intensified coal production. Growth in output is achieved through the optimization of longwall face length, panel geometry, and advance rate of longwall faces.

The aim of this study is to provide a substantiation of the principles of sustainable development through the targeted optimization of coal mining technology under the mining conditions of the "Zakhidno-Donbaska" Mine of PJSC "DTEK Pavlohradvuhillia".

The core idea of the study is to achieve a substantial reduction in coal production costs and enhance its competitiveness through the implementation of an efficient and safe extraction section operation based on the use of plough mining complexes.

The object of the study is the technological scheme of plough-based coal seam extraction.

The subject of the study is the technological parameters of plough-based coal seam extraction schemes.

Basic material. The mine field is developed by two centrally located vertical shafts (main and auxiliary) with diameters of 7.5 m, sunk to the 680 m level, and by crosscuts driven at the 585 m level. Currently, the mine exploits coal seams C10v, C8v, and C8n.

The mine field is prepared using a horizon-based development method. The applied mining system is the longwall panel method, with extraction of long panels both up-dip and along strike. All longwall faces are equipped with fully mechanized mining systems. The longwall face length varies from 170 to 240 m, while roof

control is performed by the full caving method.

In this study, it is proposed to employ a plough mining complex manufactured by the German company DBT for the extraction of reserves from seam C10v. The complex comprises a GH-9-38ve sliding-type plough, DBT powered roof support sections, and a PF-3/822 armoured face conveyor.

Improvement of the technical and economic performance of the mine is inherently associated with the stable and rhythmic operation of longwall faces. Within the technological system of the mine, the “longwall mining” subsystem represents the key element influencing the maximum value of the objective function. Automated plough mining systems are characterized by high operational reliability and enable the extraction of coal reserves from thin seams with the highest economic efficiency. A fully automated control system allows for the regulation of the cutting depth and minimizes coal losses and dilution with rock, even when operating within zones of geological disturbances or under conditions of irregular seam structure [2].

Plough mining systems are considered an optimal extraction solution for coal seams of low and medium thickness. The plough is a purely mechanical unit driven by electric motors installed at both ends of the longwall face, which pull the plough along the face at velocities of up to 3.6 m/s with a cutting depth of up to 250 mm, depending on coal strength. These operational parameters enable plough mining systems to achieve productivity levels of up to 1,500 t/h, even in very thin coal seams.

Personnel involvement is limited to installation, maintenance activities, and remote operation, which may be performed either from the control station located at the end of the longwall or from the surface control room. Unlike shearer loaders, the plough does not operate beneath the canopies of powered roof supports and therefore requires less clearance in the upper part of the seam. This eliminates the need for cutting surrounding rock during coal extraction, resulting in reduced equipment wear and lower coal preparation costs.

Plough mining technology is also characterized by reduced dust generation compared to shearer-based cutting methods. Due to the smaller cutting depth, methane emissions are significantly lower than those observed in shearer-operated longwalls. In addition, the distance between the canopy tip and the coal face is minimized, as extraction is performed over shorter face segments.

Variations in seam thickness can be accommodated by installing or removing insert elements equipped with cutting picks. Fine adjustment of cutting parameters is achieved by regulating the position of the upper cutting pick using a worm-gear mechanism or interchangeable shims.

Results. Calculations performed with consideration of methane drainage from the mined coal seam and the goaf demonstrated that the maximum permissible longwall output limited by gas emission exceeds the calculated production rate of 4,200 t/day. This confirms the absence of gas-related constraints on the planned longwall capacity under the adopted mining scheme.

Conclusions. The implementation of plough mining technology significantly increases labor productivity and enables longwall production rates of 4,000-5,000 t/day. Such performance levels cannot be achieved under the given mining conditions

using fully mechanized systems equipped with narrow-cut shearer loaders. The proposed technological solution is expected to reduce coal production costs by approximately 20 conventional units per tonne.

References

1. Global Firepower. (2026). Proven Coal Reserves by Country. Режим доступу: https://www.globalfirepower.com/proven-coal-reserves-by-country.php

2. Pochepov, V. M., Mamaikin, O. R., Sheka, I. V., Krukovskyi, O. P., Lapko, V. V., & Ashcheulova, O. M. (2024). Tool for management and planning of the fuel and energy complex taking into account the production potential of coal-mining enterprises. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1449(1), 012045. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1449/1/012045.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ НА ОСНОВІ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Терещенко Наталія Андріївна, група 184-22-2 ІП
***Науковий керівник*: д.т.н., доц. Саїк Павло Богданович**

Сучасний розвиток енергетичного сектору України характеризується необхідністю підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, серед яких важливе місце займає вугілля. Традиційні методи його видобутку супроводжуються значними економічними витратами, технічними труднощами та негативним впливом на довкілля, що зумовлює пошук альтернативних підходів до освоєння вугільних родовищ. Одним із перспективних напрямів є підземна газифікація вугілля, яка дозволяє перетворювати тверде паливо безпосередньо у надрах у газоподібні енергоносії, мінімізуючи порушення поверхні та скорочуючи витрати на транспортування і видобуток [1].

Актуальність застосування підземної газифікації зростає в умовах скорочення діючих шахт та необхідності залучення до експлуатації залишкових і позабалансових запасів вугілля. Використання цієї технології дозволяє не лише продовжити життєвий цикл гірничих підприємств, але й зменшити соціально-економічні ризики, пов’язані із закриттям шахт, а також забезпечити більш раціональне використання ресурсної бази. У даній роботі об’єктом дослідження є процес свердловинної підземної газифікації вугілля в умовах шахти «Степова» ПрАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», а метою роботи є обґрунтування параметрів матеріально-теплового балансу даної технології.

У процесі дослідження проаналізовано гірничо-геологічні умови шахти «Степова», які характеризуються складною структурою вугільних пластів, наявністю тектонічних порушень, змінною потужністю пласта та нестійкістю вміщуючих порід. Встановлено, що такі умови суттєво ускладнюють застосування традиційних методів видобутку, знижують продуктивність очисних вибоїв і збільшують витрати на підтримання гірничих виробок. Це обґрунтовує доцільність впровадження альтернативних технологій видобутку вугілля, зокрема підземної газифікації.

Ключовим елементом дослідження є обґрунтування матеріально-теплового балансу процесу підземної газифікації. Матеріальний баланс базується на законі збереження маси і відображає співвідношення між масою вхідних компонентів та масою утворених продуктів, тоді як тепловий баланс ґрунтується на законі збереження енергії та дозволяє оцінити розподіл теплових потоків у процесі [2].

Дослідження параметрів матеріально-теплового балансу проводилося за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для моделювання процесу газифікації [3]. Програма дозволяє враховувати складні фізико-хімічні процеси, що відбуваються в окислювальній та відновній зонах підземного газогенератора, а також адаптувати розрахунки до конкретних гірничо-геологічних умов. У окислювальній зоні відбувається згоряння вугілля з утворенням діокси-

ду вуглецю, водяної пари та інших продуктів, тоді як у відновній зоні формуються горючі компоненти газу, такі як оксид вуглецю, водень і метан.

У роботі проведено розрахунки матеріального балансу для різних типів дуття, включаючи повітряне, паро-повітряне, кисневе та комбіновані варіанти. Встановлено, що склад дуттьової суміші має вирішальний вплив на ефективність процесу газифікації. Зокрема, підвищення концентрації кисню сприяє збільшенню температури та інтенсивності процесу, а також підвищенню виходу горючих газів. Водночас надмірне збагачення дуття киснем може призводити до зниження ефективності через неповне використання реагентів. Оптимальні параметри дуття дозволяють досягти високих значень хімічного коефіцієнта корисної дії та забезпечити стабільність процесу. Наприклад, при використанні повітряного дуття інтенсивність процесу газифікації становить близько 5,4 т/год, тоді як при застосуванні кисневого зростає до 26,3 т/год. Це свідчить про значний потенціал підвищення продуктивності процесу за рахунок оптимізації складу дуттьової суміші.

Аналіз теплового балансу дозволив встановити, що значна частина енергії витрачається на нагрівання вміщуючих порід, випаровування вологи та інші супутні процеси. Водночас використання дуття збагаченого киснем або комбінованих сумішей сприяє підвищенню теплотворної здатності генераторного газу та зменшенню втрат енергії. Таким чином, оптимізація теплового балансу є важливою умовою підвищення ефективності підземної газифікації.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено, що підземна газифікація вугілля є ефективною альтернативою традиційним методам його видобутку в складних гірничо-геологічних умовах. Обґрунтування параметрів матеріально-теплового балансу дозволяє визначити оптимальні режими ведення процесу, що забезпечують підвищення його ефективності. Встановлено, що застосування дуття, збагаченого киснем, забезпечує суттєве зростання продуктивності порівняно з повітряним дуттям. Отримані результати підтверджують доцільність впровадження технології підземної газифікації для раціонального освоєння залишкових запасів вугілля та підвищення енергетичної ефективності гірничодобувних підприємств.

Перелік посилань

1. Liu, Y., Li, Y., Jiang, J., Liu, F., & Liu, Y. (2025). Underground Coal Gasification Technology: A Review of Advantages, Challenges, and Economics. *Energies*, 19(1), 199. https://doi.org/10.3390/en19010199

2. Саїк, П. Б., Лозинський, В. Г., Фальштинський, В. С., Демидов, М. С., & Ганушевич, К. А. (2019). Дослідження матеріально-теплових показників процесу газифікації вугілля. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, (57), 32-44. https://doi.org/10.33271/crpnmu/57.032

3. Янкін, Д.В. (2025). Обґрунтування параметрів водневоорієнтованої технології газифікації вугілля Західного Донбасу. Дис. на здобуття наук. ступеня д-ра філософії. Спец. 184 – Гірництво. Дніпро: НТУ «ДП», 166 с.

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА СОЦІАЛЬНА ПОЛІ-ТИКА

ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА РОЗВИТОК ДЕРЖАВИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Благодатна Вікторія Вадимівна, група 281-24-1
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Варяниченко Олена Володимирівна**

На сьогоднішній день цифровізація є одним з ключових чинників розвитку держави, адже вона має активний вплив на зміну усіх сфер життя - від економіки та освіти до державного управління. В умовах глобалізації та технологічного прогресу саме ті країни, котрі активно впроваджують цифрові технології, мають значні переваги у конкурентоспроможності та якості життя населення. Для нашої держави цифровізація має особливе значення, адже вона сприяє прозорості влади, зменшенню корупції та спрощенню взаємодії громадян із державними інституціями. Саме тому дослідження питання цифровізації є надзвичайно актуальним у сучасних умовах.

Фундаментальним принципом цифровізації є поліпшення процесів життєдіяльності людей, суспільства і держави за допомогою сучасних технологій в умовах розвитку цифрової економіки.

На рівні практичного впровадження цифровізація в Україні підтримується законодавчо. Зокрема, Закон України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки» передбачає обов'язок Кабінету Міністрів розробити план заходів, спрямованих на покращення якості освіти, розвиток талантів і формування професійних компетенцій у цифровій сфері. Це охоплює заходи зі спрощення умов для навчання та професійної підготовки фахівців у галузі інформаційних технологій, стимулювання розвитку цифрової економіки, а також забезпечення необхідного кадрового потенціалу для ефективного функціонування державних інститутів у цифровому середовищі [1].

З наукової точки зору цифровізація є процесом еволюції економічних, соціальних, виробничих, техніко-технологічних, організаційних, управлінських, та інших відносин у суспільстві, яка виникає через розвиток інформаційно-комунікаційних технологій.

Кабінет міністрів України розглядає цифровізацію як фізичне насичення суспільства електронно-цифровими пристроями та прискореним обміном інформацією між ними, що поступово стирає межу між віртуальним та фізичним світом [2].

Концепцію цифрової економіки стисло відобразив американський програміст Н. Негропонте – засновник медіа-лабораторії Массачусетського технологічного інституту, охарактеризувавши її як перехід від обробки матеріальних об'єктів («атомів») до обробки інформації («бітів») [3]. Подальший розвиток підходу запропонував Т. Месенбург, який у 2001 р. виділив три ключові складові цифрової економіки:

1) підтримуюча інфраструктура (апаратне забезпечення, програмне забезпечення, телекомунікації, мережі);

2) електронні бізнес-процеси (як ведеться бізнес);

3) електронна комерція (продаж товарів і послуг онлайн) інфраструктуру електронного бізнесу, електронні бізнес-процеси та електронну комерцію [4].

Руденко М. В. зазначає, що «процес цифровізації не є самоціллю підприємства, регіону чи держави, а виступає лише інструментом досягнення мети. При цьому, досягнення позитивного ефекту від цифровізації на рівні держави вимагає інституціонального втручання влади у процеси формування законодавства» [5].

Узагальнимо основні напрями, на які впливає цифровізація у розвитку держави:

- економічний розвиток (цифровізація підвищує продуктивність економіки, стимулює інновації, розвиток електронної комерції, IT-сектору та цифрових послуг);
- державне управління (сприяє підвищенню ефективності роботи органів влади, автоматизації адміністративних процедур, скороченню бюрократії та прискоренню ухвалення рішень);
- якість державних послуг (завдяки цифровим сервісам громадяни та бізнес отримують послуги швидше, зручніше і прозоріше);
- прозорість і боротьба з корупцією (електронні системи обліку, реєстри, закупівлі та онлайн-послуги зменшують можливості для зловживань і підвищують підзвітність влади);
- соціальна сфера (цифровізація впливає на доступ населення до освіти, медицини, соціального захисту та інших суспільно важливих послуг);
- освіта і розвиток людського капіталу (сприяє поширенню цифрової грамотності, дистанційного навчання, нових компетентностей і підготовці кадрів для цифрової економіки);
- ринок праці та зайнятість (формує нові професії, змінює вимоги до кваліфікації працівників, водночас витісняючи частину традиційних функцій через автоматизацію);
- бізнес-середовище та підприємництво (полегшує започаткування і ведення бізнесу, доступ до ринків, електронного документообігу, фінансових і логістичних сервісів);
- інвестиційна привабливість держави (розвинена цифрова інфраструктура та сучасні сервіси роблять державу більш привабливою для внутрішніх і зовнішніх інвесторів);
- національна безпека та кібербезпека (розширення цифрового середовища одночасно посилює потребу в захисті даних, критичної інфраструктури та державних інформаційних систем);
- регіональний розвиток (цифрові технології можуть зменшувати диспропорції між регіонами через дистанційний доступ до послуг, роботи, освіти та комунікацій);
- комунікація держави з громадянами (посилюється зворотний зв’язок між владою і суспільством через електронні звернення, онлайн-платформи участі та цифрові канали інформування);

- міжнародна конкурентоспроможність держави (рівень цифровізації впливає на позиції країни у світовій економіці, її інтеграцію у глобальні ринки та технологічний розвиток);

- правове середовище (цифровізація стимулює оновлення законодавства у сферах електронного документообігу, захисту персональних даних, кібербезпеки та електронної ідентифікації);

- якість життя населення (впливає на комфорт повсякденного життя, швидкість доступу до інформації, послуг, фінансових операцій і комунікації).

Таким чином, цифровізація комплексно впливає на розвиток держави, охоплюючи економічну, управлінську, соціальну, освітню, правову та безпекову сфери. Вона сприяє зростанню продуктивності економіки, підвищенню ефективності державного управління, покращенню якості публічних послуг, посиленню прозорості діяльності органів влади, розвитку людського капіталу, трансформації ринку праці, зміцненню інвестиційної привабливості країни та її міжнародної конкурентоспроможності.

Перелік посилань

1. Закон України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки в Україні». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1667-20#Text

2. Розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80#Text

3. Negroponte N. *Being Digital*. New York : Alfred A. Knopf, 1995. 243 p. URL: https://web.stanford.edu/class/sts175/NewFiles/Negroponte.%20Being%20Digital.pdf

4. Mesenbourg T. L. *Measuring the Digital Economy*. U.S. Census Bureau, 2001. URL: https://www.census.gov/content/dam/Census/library/working-papers/2001/econ/umdigital.pdf

5. Руденко М. В. Цифровізація економіки: нові можливості та перспективи. *Економіка та держава*. 2018. № 11. С. 61–65. DOI: 10.32702/2306-6806.2018.11.61

СТРАТЕГІЧНИЙ РОЗВИТОК ІТ-СЕКТОРУ МІСТА В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ДНІПРОВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ)

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гуржій Олександр Євгенович, група 281-24-1
***Науковий керівник*: д.держ.упр., професор, Чикаренко Ірина Аркадіївна**

В умовах динамічних змін та тривалої невизначеності, в яких перебуває сьогодні Україна, стратегічне планування місцевого та регіонального розвитку перестає бути формальною вимогою і стає ключовим програмно-цільовим інструментом забезпечення виживання та відновлення територіальних громад, які постраждали від наслідків воєнної агресії рф, і потребують реалізації комплексу ефективних заходів для розв'язання проблем, що виникли та продовжують виникати внаслідок руйнування об'єктів критичної та цивільної інфраструктури, знищення або пошкодження історичної, культурної та архітектурної спадщини, геологічних пам'яток, екосистем, природних ресурсів та навколишнього середовища в цілому.

На цей час переважна кількість програмно-цільових документів, що були розроблені до початку бойових дій, є застарілими. Стратегічні цілі, визначені у стратегіях розвитку територіальних громад та регіонів, не відповідають наявним ресурсам та безпековим викликам, і до 2025-2026 року вони фактично не переглядалися. Наприклад, «Стратегія розвитку Дніпропетровської області до 2027 року» [1] була затверджена у 2021 році і переглянута лише у 2025 році. «Стратегія Дніпра 2030» [2] була розроблена ще у 2020 році, остаточно затверджена у 2021 році, і до цього часу вона жодного разу не переглядалася. Тому питання адаптації (або оновлення) стратегій, що були розроблені ще до початку війни (у 2021 – 2022 році), до нових умов та реалій воєнного та повоєнного часу, набуває надзвичайної актуальності.

Враховуючи вищезазначене, охарактеризуємо наш, авторській підхід до забезпечення стратегічного розвитку ІТ-сектору Дніпровської міської територіальної громади, а також для підвищення ефективності діяльності високотехнологічних виробництв міста. На нашу думку, цей напрям є актуальним і перспективним, що підтверджують результати SWOT-аналізу «Стратегії Дніпра 2030». Важливими сильними сторонами даного об'єкту дослідження були пункти: «Високий рівень культури підприємництва серед ІТ-фахівців. Існування галузевого об'єднання, яке підтримує розвиток бізнесу в ІТ-галузі ("IT-Dnipro Community"). Результати SWOT- аналізу у категорії 21,71 %» та «Присутність у місті великих роботодавців. Наявність менеджерів (великих підприємств і мереж), здатних керувати великими проєктами. Результати SWOT- аналізу у категорії 21,52 %» [2].

У результаті декомпозиції цього стратегічного напряму визначено три операційні цілі, для реалізації яких запропоновано відповідні проєкти, а саме: Операційна ціль 1 «Активізація та підтримка освітнього середовища», операційна ціль 2 «Створення та підтримка інфраструктури інновацій», операційна

ціль 3 «Створення сприятливого інвестиційного та економічного клімату». Для кращого розуміння взаємозв'язків та синергії цілей та завдань розглянемо кожну ціль окремо.

Операційна ціль 1 «Активізація та підтримка освітнього середовища». Реалізація цілі уявляє під собою створення бази для відкриття представництв великих ІТ-компаній, оскільки наявність кадрів є ключовим фактором при виборі локації. Для реалізації цієї цілі пропонується такий комплекс заходів:

– підтримка шкільної та позашкільної STEM-освіти; організація гуртків по програмуванню, аналізу даних та робототехніки на базі місцевих шкіл або позашкільних закладів;

– грантова підтримка талановитої молоді у галузі ІТ та робототехніки (машинобудування); заснування ваучерів на навчання (денна або заочна форма) у Дніпровських ЗВО для переможців конкурсів з інформаційних технологій та робототехніки;

– організація на регулярній основі форумів та хакатонів на актуальні для громади теми; проведення щорічних змагань для молодих розробників з вирішення актуальних проблем громади.

У результаті реалізації цих заходів територіальна громада міста отримує кадрових резерв молодих спеціалістів, які володіють актуальними мовами програмування, навичками роботи з великими даними та штучним інтелектом. Завдяки навчальним програмам з управління проєктами та хакатонам, продуктом стає генерація «людей-інноваторів». Це – фахівці, які не просто шукають роботу, а здатні створювати власні стартапи та мікропідприємства, що генерують нові робочі місця та податкові надходження до місцевого бюджету.

Операційна ціль 2 «Створення та підтримка інфраструктури інновацій». У рамках стратегії пропонується реалізація двох таких завдань: 1) створення муніципального інноваційного парку (технопарку) за рахунок бюджетних коштів та залучення приватних інвесторів, а також забезпечення високошвидкісного інтернету та цифрових сервісів; 2) Стимулювання провайдерів до розбудови оптико-волоконних мереж у віддалених районах та промислових зонах громади.

Від реалізації цих заходів громада отримує три види продукти: фізичний, цифровий та маркетинговий.

– фізичний продукт – громада отримує багатофункціональний простір, який стає «точкою збору» для талантів та бізнесу;

– цифровий продукт – високоякісна оптоволоконна мережа, якісний інтернет, цифровізація населення, цифрова рівність з віддаленими районами громади;

– маркетинговий продукт – громада отримує чітке позиціонування на мапі країни як «Digital-friendly територія».

Операційна ціль 3 «Створення сприятливого інвестиційного та економічного клімату». Під час розробки комплексу заходів для реалізації цієї операційної цілі ми спиралися на основні запити та потреби підприємств у цій сфері. Пропонується впровадження та реалізація таких заходів:

– застосування мінімально можливих ставок місцевих податків (на землю, на нерухомість) для ІТ-підприємств та технологічних сфер і центрів;

– особливі умови для користування електроенергією для великих ІТ-підприємств та розташування DATA-центрів на строк протягом 10 років;

– активне залучення та впровадження спільних проєктів у концепцію Smart-city. Регулярні державні замовлення та обслуговування цифрових мереж громади.

Результатом реалізації цих заходів буде розроблена та ухвалена система муніципальних стимулів. Це – офіційні рішення про мінімальні ставки земельного податку, податку на нерухомість або пільгову оренду комунального майна для інноваційних підприємств. Також громада отримує якісні, інноваційні проєкти та людський і ресурсний капітал для їх реалізації.

Запропоновані цілі не є ізольованими один від одного напрямами, а формують єдину взаємопов'язану екосистему. Взаємозалежність цих цілей створює синергетичний ефект, завдяки тому, що результат реалізації кожної попередньої цілі стає необхідним ресурсом (входом) для наступної.

Підтримка STEM-освіти та хакатонів (Ціль 1) створює талановитих фахівців та стартап-ідей. Без створення технопарку та якісного цифрового зв'язку (Ціль 2) ці таланти будуть змушені їхати в інші регіони або країни. Наявність фізичного технопарку (Ціль 2) стає реальним активом лише за умови податкових стимулів та пільгових тарифів (Ціль 3). Водночас реалізація концепції Smart-city виступає «першим замовником» для компаній. Це створює замкнений цикл: місто надає інфраструктуру та податкові пільги, а бізнес натомість цифровізує муніципальні послуги, підвищуючи ефективність управління громадою. Сприятливий інвестиційний клімат залучає до Дніпра великі компанії у галузі. Їхня присутність стимулює молодь обирати ІТ-спеціальності, а грантова підтримка та ваучери на навчання (Ціль 1) фінансуються, зокрема, завдяки зростанню податкових надходжень від технологічного сектору (Ціль 3).

У підсумку, така адаптаційна здатність стратегії дозволяє Дніпровській міській територіальній громаді не просто створити нові механізми в умовах невизначеності та дії правового режиму воєнного стану, а й закріпити за собою статус головного цифрового хабу України, здатного до швидкого відновлення та сталого розвитку як регіону, так і країни в цілому, у повоєнний період.

Перелік посилань

1. Оновлена Стратегія розвитку Дніпропетровської області на період до 2027 року URL: https://adm.dp.gov.ua/storage/app/media/Pro%20oblast/Rozvytok%20rehionu/Stratehiia%20rozvytku/Stratehiia%20rozvytku%20Dnipropetrovskoi%20oblasti%20do%202027%20roku/strategiya-rozvytku-2027_20250114.pdf

2. Стратегія розвитку міста Дніпра «Стратегія Дніпра 2030». URL: https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/strategiya_osnovnij_dokument_1.pdf

МІСЬКИЙ МОЛОДІЖНИЙ ЦЕНТР ЯК СУБ'ЄКТ МОЛОДІЖНОЇ РОБОТИ: ДОСВІД М. КАМ'ЯНСЬКЕ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Прядка Анастасія Олександрівна, група 231-24-1
***Науковий керівник:* професор кафедри державного управління та місцевого самоврядування, Бородін Євгеній Іванович**

Діяльність молодіжних центрів в Україні регулюється Законом України «Про основні засади молодіжної політики» [1], який визначає їх як установи, підприємства чи організації, що здійснюють молодіжну роботу та виступають суб'єктами молодіжної політики на різних рівнях. Відповідно до цього, молодіжні центри є важливим елементом інфраструктури, спрямованим на створення умов для розвитку молоді, її участі в суспільному житті, формування активної громадянської позиції та розвитку молодіжної політики. Водночас, процес створення таких інституцій на місцевому рівні часто є тривалим і потребує системної взаємодії між органами місцевого самоврядування, громадськістю та самою молоддю.

Реальним прикладом становлення молодіжного центру як суб'єкта молодіжної роботи є діяльність комунальної установи «Центр молодіжних ініціатив» Кам'янської міської ради (далі – ЦМІ), створеної у 2018 році. Його заснування стало результатом тривалого процесу, що включав пошук однодумців, які мали б на меті створити платформу для розвитку, спілкування з однодумцями та впливу на територіальну громаду. Певний час тривав процес, що включав зустрічі з представниками міської влади, метою яких було донесення концепції створення молодіжного центру. Зазначене питання було винесено на сесію Кам'янської міської ради 5 вересня 2018 року, коли було прийнято рішення про утворення ЦМІ [2] задля створення відповідних умов для громадської діяльності та різнобічного розвитку молодого покоління. Це забезпечило інституційне оформлення інфраструктури молодіжної роботи на місцевому рівні.

На початковому етапі метою діяльності ЦМІ було підвищення рівня соціалізації та самореалізації молоді, сприяння інтелектуальному, моральному, духовному розвитку, реалізації творчого потенціалу, національно-патріотичному вихованню, популяризації здорового способу життя, працевлаштуванню молоді та зайнятості у вільний час, забезпеченню громадянської освіти та розвитку волонтерства, підвищенню рівня мобільності молоді. Зосередженість на організації культурно-освітніх заходів, зокрема фестивалів, майстер-класів та інформаційних кампаній, спрямованих на залучення молоді до активної участі в житті громади. Такий підхід дозволив сформувати адресну аудиторію, підвищити рівень обізнаності молоді про можливості самореалізації та закласти основу для подальшого розвитку молодіжної роботи в місті.

Важливим етапом розвитку центру став 2022 рік, коли в умовах повномасштабної війни діяльність установи була переорієнтована на волонтерську підтримку населення. Молодіжний центр активно долучився до пошуку та розподілу гуманітарної допомоги, організації волонтерських ініціатив, інтеграції та

адаптації внутрішньо переміщених осіб, а також впровадження практик психоемоційної підтримки молоді. Зокрема, були організовані заходи з арттерапії, ізотерапії, драмотерапії, музикотерапії, скульптуротерапії, кінотерапії, танцювальної терапії, фототерапії пет-, іпотерапії для дітей та молоді, спрямованих на зниження рівня стресу та адаптацію до кризових умов. Саме ці практики стали інноваційним компонентом діяльності центру та були включені до каталогу кращих практик молодіжної роботи в Україні 2022-2023 [3, с. 97].

Молодь м. Кам'янське стала однією з перших, хто ініціював створення координаційної ради з питань внутрішньо переміщених осіб (ВПО), що свідчить про високий рівень громадянської активності та спроможність до самоорганізації. Молодіжний центр у цьому процесі виступив платформою для комунікації, координації та підтримки таких ініціатив, підтверджуючи свою роль як суб'єкта молодіжної роботи. 31 жовтня 2022 року в м. Кам'янське члени цієї ради провели своє перше засідання та затвердили основні напрями діяльності [4].

Молодіжний центр розвиває свою активну діяльність та розвиває міжнародні партнерства, завдяки чому реалізовує низку соціально значущих проєктів. Зокрема, у 2024 році після проведення низки зустрічей з представниками благодійних фондів, консультацій, опитувань жителів територіальної громади та отримання гранту, було відкрито Центр життєстійкості громади [5]. Молодь міста Кам'янське має можливість безоплатно проводити індивідуальну студійну роботу, групові заняття та лекції, записувати вокал і музичні інструменти, знімати відеоблоги та подкасти завдяки проєкту аудіовізуальних студій «Контента», який розроблено ГО «Культурна платформа Закарпаття» за підтримки Дитячого фонду ООН (ЮНІСЕФ) в Україні [6]. У 2025 році було проведено молодіжний форум «Табір безпеки та соціальної згуртованості», в рамках якого молодь опанувала ключові навички безпеки, ефективної взаємодії у кризових ситуаціях, отримала цінні знання від фахівців ДСНС, поліції, медиків і психологів [7].

Попри значні досягнення, діяльність молодіжного центру супроводжується низкою викликів. Одним із ключових є обмежений доступ молоді до простору. Молодіжний центр має два окремі приміщення (по одному на правому березі та на лівому березі), але реальна потреба є набагато більшою. Молодь має вільний час ближче до вечора й у неробочі дні, тоді як молодіжний центр працює до 18:00. Він має вихідні дні (субота та неділя), які вбачаються найкращими саме для відвідування молоддю. Іншою проблемою є територіальна віддаленість центру для окремих категорій молодих людей, що обмежує їхню участь у заходах. Це актуалізує необхідність розвитку мережі локальних молодіжних просторів та впровадження більш гнучких форматів роботи.

Отже, діяльність ЦМІ демонструє, що молодіжний центр може виступати ефективним суб'єктом молодіжної роботи, який забезпечує не лише організацію дозвілля, а й розвиток громадянської активності, підтримку молоді в кризових умовах та формування інноваційних практик. Досвід м. Кам'янське є цінним прикладом для інших територіальних громад. При цьому місто потребує

подальшого розвитку молодіжної інфраструктури та підвищення її доступності для молоді.

Перелік посилань

1. Про основні засади молодіжної політики: Закон України № 1414-IX. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2021, № 28, ст. 233. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1414-20#Text

2. У Кам'янському з'явився Центр молодіжних ініціатив. Офіційний сайт Кам'янської міської ради. Опубліковано 05 вересня 2018. URL: https://kam.gov.ua/ua/share-news/pg/50918626614668_n/

3. Каталог кращих практик молодіжної роботи в Україні 2022–2023. с. 97. URL: https://youth-worker.org.ua/wp-content/uploads/2024/06/smoll-kataloh-1.pdf

4. Протокол засідання координаційної ради з питань внутрішньо переміщених осіб у Кам'янській міській територіальній громаді від 31 жовтня 2022 р. № 1. Офіційний сайт Кам'янської міської ради. URL: https://kam.gov.ua/gromadi/sotsialniy_zakhist_naselennya/informatsiya_dlya_vnutrishnyo_peremishchenikh_osib/koordinatsiyna_rada_z_pitan_vnutrishnyo_peremishchenikh_osib_u_kamyanskiy_miskiy_teritorialniy_gromad/protokol_zasidann_koordinatsiynoi_radi

5. У Кам'янському запрацював перший центр життєстійкості громади завдяки ЄС, UNDP та UNFPA. Програма розвитку ООН (UNDP) в Україні. Опубліковано 16 квітня 2024. URL: https://www.undp.org/uk/ukraine/press-releases/u-kamyanskomu-zapratsyuvav-pershyy-tsentr-zhyttyestiykosti-hromady-zavdyaky-yes-undp-ta-unfpa.

6. Культурна платформа презентувала аудіовізуальну студію в Кам'янському: як KONTENTA підтримуватиме стійкість української молоді. Культурна платформа. Опубліковано 14 травня 2024. URL: https://cultpz.org/kulturna-platforma-prezentuvala-audiovizualnu-studiiu-v-kam-ianskomu-iak-kontenta-pidtrymuvatyme-stiykist-ukrainskoi-molodi/.

7. У Кам'янському відбувся молодіжний форум «Табір безпеки та соціальної згуртованості». Офіційний сайт Кам'янської міської ради. Опубліковано 10 лютого 2025. URL: https://kam.gov.ua/ua/share-news/pg/100225840894274_n/.

ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНІ ОСОБИ ЯК ОБ'ЄКТ СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Судак Анастасія Андріївна, група 231-23-1
***Науковий керівник:* д. істор. н., директор інституту державного управління Бородін Євгеній Іванович**

В умовах зовнішньої військової агресії, що перетворила великі території України у зону бойових дій та потрапила в окупацію, виникла поява значної кількості внутрішньо переміщених осіб, які потребують нового прихистку та соціальної допомоги у вирішенні наявних проблем, спричинених цими обставинами. Перед державою постало завдання забезпечити цю категорію вразливого населення всім необхідним, щоб покращити їхній процес соціалізації в приймаючих громадах.

Внутрішньо переміщеними особами (далі ВПО) є «громадянин України, іноземець або особа без громадянства, яка перебуває на території України на законних підставах та має право на постійне проживання в Україні, яку змусили залишити або покинути своє місце проживання у результаті або з метою уникнення негативних наслідків збройного конфлікту, тимчасової окупації, повсюдних проявів насильства, порушень прав людини та надзвичайних ситуацій природного чи техногенного характеру» (згідно зі статтею 1 Закону України «Про забезпечення прав і свобод внутрішньо переміщених осіб») [3, ст. 1].

Станом на березень 2026 рік в Україні налічується 4,6 млн ВПО, найбільше в Харківській області – 508,1 тис. осіб, Донецькій області – 504,5 тис. осіб та в Дніпропетровській області – 471,9 тис. осіб. Ці показники вказують на глобальність проблеми, яка потребує нагального вирішення або мінімізації [1].

У Дніпропетровській області проживає значна кількість ВПО – 471,9 тис. осіб (жінки – 275,1 тис. осіб та чоловіки – 196,8 тис. осіб), що ставить область у трійку лідерів щодо прийняття цієї категорії та надання безпечного проживання. Переважаюча вікова категорія ВПО представлена людьми 61 – 70 років [1].

Внутрішньо переміщені особи стали основним пріоритетом соціальної політики, оскільки стикаються з низкою труднощів, а саме: проблеми з пошуком нового житла, працевлаштуванням, освітою, оформленням або відновлення втрачених документів, доступом до соціальних та медичних послуг.

Досвід держави щодо соціальної політики показує, що країна готова до подолання проблеми та надання необхідної підтримки для цієї вразливої категорії населення. Побудована система соціальної політики спрямована на покращення процесів інтеграції, надання соціальних послуг та створення якісних й безпечних умов для подальшого життя в новому середовищі.

Ключовими напрямами соціальної політики в Україні щодо допомоги ВПО можна виділити:

– правове забезпечення статусу ВПО, що коригується законодавчою базою – Законом України «Про забезпечення прав і свобод внутрішньо перемі-

щених осіб», та передбачає гарантії дотримання прав та свобод ВПО, захист від примусового переміщення та повернення, надання статуту ВПО тощо [3];

– грошова допомога від держави у розмірі 2000 грн та 3000 грн для дітей та осіб з інвалідністю, а також допомога від міжнародних організацій і волонтерів [4];

– надання допомоги в отриманні житла, що проявляється у наданні субсидій на оренду житла, іпотеки, субвенції й тимчасового житла для маломобільних осіб з числа ВПО [4];

– відкритий доступ до соціальних, медичних та освітніх послуг;

– допомога у працевлаштуванні: профорієнтаційні заходи для визначення професійної діяльності, що цікавить особу, навчання для здобуття нової професії або підвищення кваліфікації, надання грантів для створення або розширення бізнесу, компенсація роботодавцям за працевлаштування ВПО [2];

– психологічна підтримка: надання психологічної допомоги у центрах, громадських організаціях та інших державних установах для подолання стресових розладів, покращення самопочуття, допомога іншим у подолані схожих проблем у разі проведення групових робіт тощо.

Дуже важливим у цих процесах є діяльність не лише органів державної влади, а й залучення органів місцевого самоврядування, громадських організацій та міжнародних установ для комплексного підходу до вирішення наявних проблем та подолання виключеності у приймаючих громадах.

Відповідно до «Звіту про внутрішнє переміщення населення в Україні» від Міжнародної організації з міграції (МОМ) станом на січень 2026 рік основними матеріальними потребами ВПО є: повербанки та генератори через постійну

відсутність електропостачання, особливо в зимовий період; медикаменти та вільний доступ до медичних послуг; матеріали для відновлення житла або нове житло; працевлаштування для отримання матеріального забезпечення; продукти харчування; одяг та непродовольчі товари [5, с. 10].

До нематеріальних потреб відносяться: психологічна підтримка для вразливої частини ВПО; доступ до освіти для дітей; правова допомога у зв’язку з втратою особистих документів, що ускладнює отримання соціальної допомоги [5, с. 10].

Отже, внутрішньо переміщені особи виступають однією з найбільших вразливих категорій населення, що потребує державної соціальної допомоги. Через збройний конфлікт вони стикнулися з низкою проблем, що ускладнюють їхню інтеграцію у новому середовищі.

Для подолання кризової ситуації держава створила комплексу систему заходів соціальної політики, що базується на правовому забезпеченні, фінансовій підтримці, допомозі у житлових питаннях, відкритому доступі до послуг, сприянні працевлаштуванню та навчанню й підтримці психологічного стану. Зазначена проблема зберігатиме свою актуальність ще довгий період та потребує системного підходу для покращення процесів інтеграції й соціалізації ВПО у приймаючих громадах.

Перелік посилань

1. Дашборд Внутрішньо переміщені особи. *Державне підприємство "Інформаційно-обчислювальний центр Міністерства соціальної політики, сім'ї та єдності України"*.
URL: https://www.ioc.gov.ua/analytics/dashboard-vpo (дата звернення: 21.03.2026).

2. Державна допомога для ВПО\Зайнятість та професійний розвиток. *Міністерство розвитку громад та територій України*.
URL: https://mindev.gov.ua/diialnist/informatsiia-dlia-vpo/derzhavna-dopomoha-dlia-vpo/zainiatist-ta-profesiinyi-rozvytok (дата звернення: 21.03.2026).

3. Про забезпечення прав і свобод внутрішньо переміщених осіб : Закон України від 20.10.2014 № 1706-VII : станом на 4 квіт. 2025 р.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1706-18#Text (дата звернення: 21.03.2026).

4. Яка фінансова допомога передбачена для ВПО. *Дія.Безбар'єрність*.
URL: https://bf.diia.gov.ua/articles/yaka-finansova-dopomoha-peredbachena-dlia-vpo (дата звернення: 21.03.2026).

5. International Organization for Migration (IOM), Feb 16 2026. DTM Україна – Звіт про внутрішнє переміщення населення в Україні – Опитування загального населення – Раунд 22 – січень 2026 року. IOM, Ukraine.
URL: https://dtm.iom.int/reports/ukraina-zvit-pro-vnutrishne-peremishchennya-naselennya-v-ukraini-opituvannya-zagalnogo?close=true (дата звернення: 21.03.2026).

ІНСТУМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДКРИТОСТІ ТА ПРОЗОРОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Топчий Олександр Олександрович, група 281-22-1
***Науковий керівник*: канд.держ.упр., доц. Сергієнко Елла Олексіївна**

У сучасних умовах розвитку демократичного суспільства в Україні місцеве самоврядування виступає базовим інститутом публічної влади, який найближче знаходиться до місцевих потреб та проблем територіальних громад. Ефективність його функціонування та спроможність вирішувати локальні проблеми безпосередньо залежать від рівня довіри населення, що формує власні представницькі органи влади. Ця довіра виникає як наслідок відкритості та прозорості управлінських процесів.

Відповідно до Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» від 21 травня 1997 року № 280/97-ВР, місцеве самоврядування в Україні здійснюється на принципах гласності та підзвітності та відповідальності перед територіальними громадами їх органів та посадових осіб [1]. Гласність – це демократичний принцип, який характеризує максимальну відкритість та правдивість у діяльності органів місцевого самоврядування, дієву та активну форму участі громадської думки у вирішенні важливих проблем громади, широке інформування про суспільно значущі процеси: діяльність суб'єктів місцевого самоврядування, порядок обрання чи формування відповідних органів, обговорення проєктів нормативно-правових актів, розв'язання різних суперечливих питань, функціонування суспільних об'єднань та інше [2, с. 13].

Принципи гласності, відкритості та прозорості є атрибутами демократичної держави, є органічно нерозривними в своїй єдності на шляху до розбудови громадянського суспільства та легітимізації місцевої влади. Суттєвою ознакою суспільства має бути активна, енергійна, відповідальна територіальна громада, члени якої приймають безпосередню участь в вирішенні питань місцевого значення на рівні будинку, вулиці, мікрорайону, села, селища, міста. Вони повинні мати всі важелі впливу щодо діяльності представницьких органів місцевого самоврядування, сільських, селищних, міських голів та інших муніципальних службовців [3, с. 47].

Реформа децентралізації 2014-2020 років передала новим адміністративно-територіальним одиницям – територіальним громадам, значний обсяг ресурсів, перетворивши місцеві бюджети на інструменти капіталоутворення. Проте сьогодні фокус суспільного запиту змінився: законодавче закріплення принципів гласності вже недостатньо гарантує довіру. Сучасний етап розвитку місцевого самоврядування вимагає переходу від декларативної прозорості до цифрової підзвітності через конкретні електронні сервіси та SMART-рішення.

Важливим етапом нормативного забезпечення відкритості органів місцевого самоврядування стало законодавче закріплення статтею 10-1 Закону України «Про доступ до публічної інформації» концепції відкритих даних, що зобов'язує органи місцевого самоврядування регулярно публікувати інформацію про

розпорядження комунальним майном, земельні кадастри, містобудівну документацію та виконання місцевих бюджетів у машиночитному форматі, придатному для автоматизованого аналізу громадськістю [4].

На практиці імплементація цих законодавчих норм реалізується через систему прикладних інструментів, які в умовах цифровізації набувають переважно електронного формату. Наприклад, одним із інструментів забезпечення прозорості є державний веб-портал «Відкритий бюджет», що дозволяє громадянам у режимі реального часу відстежувати фінансові потоки територіальних громад. Це інтерактивна аналітична платформа, яка надає доступ до детальної інформації про виконання бюджетних програм, доходи та видатки на різних рівнях. Завдяки цьому сервісу кожен мешканець може бачити, куди саме спрямовуються податкові надходження та наскільки ефективно використовуються публічні кошти. Такий підхід суттєво мінімізує корупційні ризики та створює умови для реального громадського моніторингу за діяльністю виконавчих органів. Прозорість бюджету стає фундаментом для побудови високого рівня довіри між місцевою владою та населенням громади [5].

Поряд із суто інформаційними ресурсами, критичне значення мають інструменти двосторонньої комунікації: місцеві електронні петиції, платформи електронних консультацій з громадськістю та бюджет участі, які трансформують нормативне право на доступ до інформації у реальну можливість мешканців впливати на управлінські процеси в громаді.

Також варто зазначити, що одним із найсучасніших напрямів розвитку муніципального управління є впровадження смарт-технологій, які автоматизують міські сервіси та покращують якість життя мешканців. Прикладом реалізації концепції «Розумного міста» є функціонування з грудня 2024 року додатку «єДніпро», що об’єднує широкий спектр цифрових послуг для жителів Дніпра. У ньому доступні такі смарт-сервіси, як онлайн-відстеження руху громадського транспорту, електронний запис до профільних лікарів та система цифрових щоденників для контролю за навчанням школярів. Крім того, платформа дозволяє мешканцям записатися у онлайн-чергу до Центру надання адміністративних послуг, переглянути карту місць паркування, подати звернення до міської ради та аварійних служб. За інформацією місцевої влади, в подальшому функціонал «єДніпро» буде розширюватися, перетворюючись на реальну смарт-технологію. Використання таких інструментів перетворює місто на зручну цифрову екосистему, де щоденна взаємодія з владними структурами відбувається швидко та без зайвої бюрократії. Станом на січень 2026 року, додатком «єДніпро» користується понад 150 тисяч містян [6].

Отже, забезпечення відкритості та прозорості діяльності органів місцевого самоврядування фундаментальною умовою ефективного управління ресурсами громади та побудови міцної довіри між владою і населенням. Сучасна архітектура муніципального доступу до інформації спирається на комплексний інструментарій, який можна об'єднати у дві взаємодоповнюючі групи: інформаційно-аналітичні механізми, що гарантують суспільству безперешкодний доступ до управлінської інформації, наприклад, «Відкритий бюджет» та партисипативні інструменти, які створюють простір для активного залучення мешкан-

ців до процесу прийняття рішень, такі як електронні петиції та канали двосторонньої взаємодії у смарт-застосунках. Лише системне та паралельне застосування цих двох груп інструментів дозволяє трансформувати принцип гласності із суто теоретичної правової категорії у дієвий механізм щоденного врядування.

Перелік посилань

1. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21 травня 1997 року № 280/97-ВР. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text (дата звернення: 30.03.2026 року).

2. Транспарентність влади в контексті європейської інтеграції України : конспект лекції до короткотермінового семінару в системі підвищення кваліфікації кадрів / уклад : Е. А. Афонін, О. В. Суший. - К. : НАДУ, 2010. - 48 с.

3. Воронов М. Принципи гласності, відкритості та прозорості на муніципальному рівні: теоретичний аспект та втілення в законодавстві України / М. Воронов // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Право. - 2016. - Вип. 19. - с. 46-50.

4. Про доступ до публічної інформації : Закон України від 13 січня 2011 року № 2939-VI. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text (дата звернення: 30.03.2026 року).

5. Прозорий бюджет. Офіційний веб-сайт Міністерства Фінансів України. URL: https://mof.gov.ua/uk/open-budget (дата звернення: 15.04.2026 року).

6. У «єДніпро» 150 тисяч користувачів: застосунок став цифровою опорою міста. Офіційний веб-сайт Дніпровської міської ради. URL: https://dniprorada.gov.ua/uk/articles/item/79297/u-ednipro-150-tisyach-koristuvachiv-zastosunok-stav-cifrovoyu-oporoyu-mista (дата звернення: 15.04.2026).

ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ УЧАСТІ ГРОМАДСЬКОСТІ У ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ

Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського

Шишлевська Анна, 4 ПУАЗ
***Науковий керівник*: к. держ. упр., доц. Назаренко Марина Олександрівна**

У сучасних умовах реформування системи публічного управління в Україні важливого значення набуває залучення громадськості до процесів прийняття управлінських рішень. Демократизація суспільства передбачає не лише формальну участь громадян у виборах, а й їх активну взаємодію з органами влади на всіх етапах формування та реалізації державної політики. Такий підхід сприяє підвищенню рівня довіри до влади, забезпечує прозорість управлінських процесів і формує відповідальне громадянське суспільство.

Особливої актуальності ця проблема набуває в умовах цифрової трансформації, коли інформаційно-комунікаційні технології відкривають нові можливості для участі громадян. Завдяки цифровим платформам взаємодія між владою та суспільством стає більш оперативною, доступною та ефективною. Водночас це потребує переосмислення традиційних механізмів управління та впровадження інноваційних інструментів комунікації [1].

Серед ключових напрямів розвитку участі громадськості слід виділити впровадження інструментів електронної демократії. Вони дозволяють громадянам безпосередньо впливати на управлінські рішення через онлайн-сервіси, що значно спрощує доступ до процесів управління. Електронна демократія виступає важливим елементом сучасної моделі публічного управління, орієнтованої на відкритість і взаємодію.

Одним із найбільш поширених інструментів є електронні петиції, які надають можливість громадянам ініціювати розгляд важливих питань органами влади. Цей механізм забезпечує швидкий зворотний зв’язок між громадськістю та державними інституціями, а також сприяє формуванню активної громадянської позиції. В Україні електронні петиції активно використовуються як на національному, так і на місцевому рівнях [2].

Іншим важливим інструментом є громадський бюджет, або бюджет участі, який передбачає залучення громадян до розподілу частини місцевого бюджету. Завдяки цьому механізму громадяни можуть безпосередньо визначати, на які проєкти спрямовувати бюджетні кошти.

Значного поширення набувають онлайн-консультації з громадськістю, які проводяться у формі електронних обговорень, опитувань або публічних консультацій на спеціалізованих платформах. Вони дозволяють залучити ширше коло громадян до обговорення важливих питань, що, у свою чергу, підвищує якість прийнятих рішень [3]. Окрім цього, розвиток соціальних мереж як каналу комунікації між владою та громадськістю відкриває нові можливості для участі громадян. Соціальні платформи стають інструментом оперативного інформування, обговорення актуальних питань та мобілізації громадської активності.

Вони дозволяють швидко реагувати на запити суспільства та враховувати громадську думку у процесі управління [4].

Попри значні переваги цифрових інструментів участі, існує низка проблем, що стримують їх ефективний розвиток. Серед них варто виділити недостатній рівень цифрової грамотності населення, нерівний доступ до інтернету, а також низький рівень довіри до органів влади. Ці фактори обмежують можливості широкого залучення громадян до процесів управління.

Не менш актуальною проблемою є формальний характер використання деяких інструментів участі. У ряді випадків громадські ініціативи не мають реального впливу на прийняття рішень, що знижує мотивацію громадян до участі. Тому важливим завданням є забезпечення реальної дієвості механізмів участі та їх інтеграція у систему публічного управління [5].

У контексті європейської інтеграції Україна активно впроваджує сучасні підходи до залучення громадськості. Відповідність європейським стандартам передбачає розвиток відкритого врядування, що базується на принципах прозорості, участі та підзвітності. У цьому напрямі важливим є впровадження кращих практик країн Європейського Союзу.

Загалом розвиток інструментів участі громадськості у публічному управлінні є необхідною умовою формування ефективної та демократичної держави. Використання цифрових технологій дозволяє значно розширити можливості взаємодії між владою та громадянами, однак потребує комплексного підходу до вирішення існуючих проблем та забезпечення рівного доступу до участі для всіх громадян [6].

У результаті дослідження встановлено, що розвиток інструментів участі громадськості є невід'ємною складовою сучасного публічного управління та важливою умовою становлення демократичної держави. Активне залучення громадян до процесів прийняття рішень сприяє підвищенню прозорості діяльності органів влади, зміцненню довіри до державних інституцій та забезпеченню більш ефективного управління.

Перелік посилань

1. Куйбіда В. С., Петренко І. П. Електронне урядування в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. Київ: НАДУ, 2020. https://nad.gov.ua/wp-content/uploads/2020/05/elektronne-uryaduvannya.pdf
2. Закон України «Про звернення громадян». https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/393/96-вр
3. Карпенко О. В. (ред.) Демократичне врядування та участь громадян. Київ, 2019. https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/karpenko_0001.pdf
4. OECD. Digital Government Review of Ukraine.2021. https://www.oecd.org/gov/digital-government-review-ukraine.pdf
5. UNDP. Civic Participation and Inclusive Governance Report. 2020. https://www.undp.org/publications/civic-participation-and-inclusive-governance
6. Європейська хартія місцевого самоврядування. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_036

ПРАВО

КОНЦЕПЦІЯ НЕОБЕРЕЖНОГО СПІВЗАПОДІЯННЯ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРАВІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бунзило Діана Юріївна група 081-24-1
***Науковий керівник*: к.ю.н., доц./ Світличний Олексій Олексійович**

Дослідження концепції необережного співзаподіяння у кримінальному праві вказує на те, що воно є особливою формою вчинення кримінального правопорушення, за якої декілька осіб через порушення правил безпеки чи професійних обов'язків спільно спричиняють єдиний шкідливий результат, передбачений законом [1].

На відміну від інституту співучасті, що за своєю юридичною природою вимагає виключно умисної вини та спрямованості волі на спільне заподіяння шкоди, суб’єктивна сторона необережного співзаподіяння базується на положеннях статті 25 КК України [3]. Це означає, що вина кожного із суб'єктів проявляється у формі злочинної самовпевненості, за якої особа передбачає можливість настання наслідків, але легковажно розраховує на їх відвернення, або злочинної недбалості, коли особа не передбачає таких наслідків, хоча за об’єктивними обставинами повинна була і за суб’єктивними можливостями могла їх передбачити [3].

Безпосередня взаємодія між суб’єктами свідчить, свідчить, що дії кожного учасника є необхідною умовою для настання наслідків. Це призводить до ситуації, коли порушення, допущене одним суб'єктом, стає необхідною умовою для того, щоб недбалість іншого суб'єкта реалізувалася у реальний суспільно небезпечний наслідок [4].

Слід підкреслити суттєву відмінність між правовою природою необережного співзаподіяння та інститутом співучасті, яка полягає у відсутності принципу солідарної відповідальності. Якщо в контексті співучасті всі співучасники несуть відповідальність за весь обсяг завданої шкоди внаслідок спільного умислу, то при необережному співзаподіянні кожен суб'єкт відповідає персонально, виключно в межах власного порушення норм обережності [4].

Проте ключова специфіка взаємодії при необережності полягає в тому, що суспільно небезпечний наслідок (наприклад смерть потерпілої особи) є юридично неподільним. Його неможливо механічно поділити на окремі частини, які б ідеально відповідали ступеню недбалості кожного учасника окремо. Це зумовлює необхідність комплексного аналізу всіх виявлених порушень як єдиної взаємопов'язаної системи [2]. Такий комплексний підхід є механізмом запобігання надмірного спрощення в правозастосуванні, коли відповідальність часто неправомірно покладається лише на безпосереднього виконавця дії, що передувала інциденту. Натомість концепція розподілу відповідальності між суб'єктами дозволяє виявити всіх осіб, чий попередній проступок спричинив неминучість настання негативних наслідків.

Для глибокого аналізу природи події необхідно звернутися до нормативних визначень форм вини, які є підґрунтям для кримінально-правової кваліфі-

кації діянь суб'єктів [3]. Згідно з ч. 2 ст. 25 КК України: «Необережність є кримінальною протиправною самовпевненістю, якщо особа передбачала можливість настання суспільно небезпечних наслідків свого діяння (дії або бездіяльності), але легковажно розраховувала на їх відвернення» [3].

У ситуаціях колективної діяльності це проявляється тоді, коли особа, усвідомлюючи факт порушення технічних норм, покладається на те, що інша особа процесу усуне порушення або що шкідливий наслідок не настане внаслідок дії інших зовнішніх факторів [4].

Водночас інша особа того ж самого правопорушення може діяти з недбалості. Відповідно до ч. 3 ст. 25 КК України: «Необережність є кримінальною протиправною недбалістю, якщо особа не передбачала можливості настання суспільно небезпечних наслідків свого діяння (дії або бездіяльності), хоча повинна була і могла їх передбачити.» [3].

При співзаподіянні недбалість часто пов'язана з ігноруванням особою дій інших учасників, що в сукупності створює порушення, достатні для настання спільного результату [2].

Шляхом аналізу форм взаємодії стає можливим ідентифікувати специфічні механізми, що призводять до негативних наслідків:

послідовна взаємодія, коли недоліки, допущені першим учасником (наприклад, у процесі розробки або формулюванні вказівок), створюють середовище, в якому недбалість наступного учасника стає неминучим наслідком. Натомість паралельна взаємодія характеризується одночасним порушенням обов'язків кількома суб'єктами [4].

При такій взаємодії особи не мають спільного умислу, проте їхні дії збігаються у часі та просторі, утворюючи спільну причину суспільно небезпечних наслідків. Хоча кожен суб'єкт діє самостійно, саме сукупність цих порушень створює нерозривний зв'язок із результатом події. Тому правова оцінка має враховувати не лише окрему помилку особи, а й недоліки організації спільної діяльності [4].

Таким чином, можна зробити висновок про те, що необережне співзаподіяння слід розглядати як окремий інститут кримінально-правової доктрини, що потребує специфічного регулювання. Такий підхід сприяє реалізації принципу справедливості, дозволяючи індивідуалізувати відповідальність, уникаючи при цьому застосування норм про співучасть, які не відповідають специфіці необережних злочинів.

Відповідальність особи обмежується виключно її власним порушенням обов'язку дбати про обережність, якщо це порушення, у взаємодії з діями інших осіб, спричинило суспільно небезпечні наслідки. Суворе дотримання вимог статті 25 Кримінального кодексу України при дослідженні випадків співзаподіяння дозволяє правоохоронним органам уникнути тенденції до необґрунтованого обвинувачення та забезпечити точну юридичну кваліфікацію дій кожного учасника спільної діяльності.

Перелік посилань

1. Конституція України [Електронний ресурс] : від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : із змінами // [Офіційний портал Верховної Ради України]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр.

2. Бабич А. О. Необережне співзаподіяння при вчиненні кримінального правопорушення. Академічні Тексти України. URL: https://uacademic.info/ua/document/0822U101060.

3. Кримінальний кодекс України. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14.

4. Бабич А. О. Форми взаємодії між суб'єктами необережного співзаподіяння. Трибуна докторанта і аспіранта.

ШАХРАЙСТВО З НЕРУХОМІСТЮ: КУПІВЛЯ-ПРОДАЖ ТА ОРЕНДА

НТУ «Дніпровсьа політехніка»

Гімазтдінов Тимур Ринатович, група 081-24-1
***Науковий керівник:* к.ю.н., доц. Світличний Олексій Олексійович**

Шахрайство з нерухомістю є одним із найбільш вагомиих і суспільно небезпечних злочинів у сфері власності, який безпосередньо посягає на майнові права громадян та юридичних осіб. Особливої актуальності ця проблема набуває у сфері купівлі-продажу та оренди нерухомого майна, а саме квартир, будинків і земельних ділянок, де обсяг фінансових операцій є значним, а ризики втрати майна — високими.

Відповідно до кримінального законодавства України, шахрайство визначається як заволодіння чужим майном або придбання права на майно шляхом обману чи зловживання довірою [1]. У сфері нерухомості такі дії можуть мати складний характер та супроводжуватися використанням підроблених документів, не дивлячись на те що з 2003 року всі операції з купівлі-продажу нерухомості реєструються в електронному реєстрі (який постійно удосконалюється) в якому міститься інформація не тільки про обєкт, власників, а і саме дата, час і підстава його реєстрації, скан копії договорів, що значно ускладнює можливість шахрайських дій, але все одно є можливим за допомоги маніпуляціям з державними реєстрами та залученням підставних осіб.

У сфері купівлі-продажу нерухомості найбільш поширеними є схеми, пов’язані з продажем об’єкта без відома справжнього власника. У таких випадках зловмисники використовують підроблені документи або довіреності. Такі дії часто супроводжуються підробленням документів та втручанням у реєстри [1].

Іншою схемою є подвійний продаж нерухомості, коли один об’єкт продається кільком покупцям, що є можливим на етапі підготовки до продажу навіть справжніми власниками, шляхом укладення попереднього договору, договору завдатку, авансу, то що, мотивуючи покупця в цьому випадку - потерпілого, привабливою ціною. Такі договори не реєструються в державному реєстрі речових прав, що не дає можливості покупцю перевірити скільки завдатків і в яких розмірах отримував продавець. Такі дії зі сторони власника нерухомості супроводжуються зловживанням довірою.

Виходячи з цього найбільш уразливими до шахрайства є власники нерухомості, чиє майно не зареєстровано в електронному реєстрі, чия інформація про реєстрацію міститься в паперовому реєстрі, який зберігається в архіві бюро технічної інвентарізації, яке реєструвала набуте майно в своїх паперових реєстрах відповіді з яких підробити значно легше. До виникнення електронного «Реєстру прав власності на нерухоме майно» (Старий реєстр БТІ) який запрацював в Україні з 2003 року, а з 1 січня 2013 року його змінив новий, сучасний Державний реєстр речових прав на нерухоме майно (ДРРП).

Інформацію з ДРРП може отримати майже кожна людина, яка має електронно цифровий підпис і банкінг, в тому числі і шахраї. Але розгорнуту інфор-

мацію та можливість внести в нього зміни лише нотаріуси і державні реєстратори, яких шахраї можуть залучити до спів участі, спонукаючи їх порушити багато статей Кримінального кодексу України такі як: ст. 26 (Співучасть у злочині), ст. 27 (Яка визначає вид співучасті) ст. 190 (Шахрайство), ст. 358 (Підроблення документів, використання підроблених документів), ст. 364 (Зловживання владою або службовим становищем), ст. 365-2 (Зловживання повноваженнями особами, які надають публічні послуги).

У сфері оренди поширені випадки здачі житла не власниками. Такі дії також кваліфікуються як шахрайство [5]. Шахрай може скористатись довірою людей та здати в оренду потенційному орендарю, в цьому випадку – потерпілому, орендовану наприклад подобово, нерухомість. Або навіть орендовану довгостроково нерухомість, в якій наразі немає потреби з метою отримання, за правилами оренди плату за перший місяць проживання, та залогову сумму, навіть з ринковою вартістю обє'кту, розраховуючи на те що орендарі набагато рідше перевіряють документи та їх справжність.

Причинами є низька правова обізнаність, недосконаліть законодавства та довірливість громадян. Для протидії необхідні контроль, перевірки та правова освіта, або свідоме звернення за допомогою вирішення питань до кваліфікованих, досвіччених та юридично обізнаних спеціалістів, рієлторів і нотаріусів.
Отже, підбиваючи підсумки:

У сфері купівлі-продажу поширені такі схеми:

1. Продаж квартири за підробленою довіреністю. Шахрай представляється власником або діє через фіктивного представника, підробляє документи і продає житло.

2. Подвійний продаж. Один об'єкт продається кільком покупцям одночасно з отриманням завдатків.

3. Використання соціально незахищених осіб, оформлення на них нерухомості з подальшим перепродажем.

4. Використання померлих осіб без родичів, на яких зареєстрована нерухомість.

5. Маніпуляції з реєстром. Незаконна зміна власника через доступ до державних баз.

У сфері оренди поширені такі схеми:

1. Фейкові оголошення. Розміщення неіснуючих квартир з привабливою ціною для отримання передоплати.

2. Здача чужого житла. Особа орендує квартиру на короткий строк і пересдає її кількомлюдям.

3. «Передоплата за перегляд». Вимога грошей нібито за доступ до бази або показ квартири.

4. Масова здача. Одну квартиру здають кільком орендарям одночасно.

Перелік посилань

1. Кримінальний кодекс України [Електронний ресурс] : Закон України від 5 квіт. 2001 р. № 2341-III : [за станом на 2026 р.]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua.

2. Конституція України : Закон України : від 28.06.1996 № 254к/96-ВР : із змінами і допов. : [вебсайт]. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр (дата звернення: 11.05.2026).

3. Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень : Закон України від 01 лип. 2004 р. № 1952-IV : редакція від 18 листоп. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1952-15 (дата звернення: 11.05.2026).

4. Цивільний кодекс України : Закон України від 16 січ. 2003 р. № 435-IV : за станом на 2026 р. // Відомості Верховної Ради України. — 2003. — № 40–44. — Ст. 356.

5. Кримінальний кодекс України. Науково-практичний коментар : у 2 т. / [Ю. В. Баулін, В. І. Борисов, С. Б. Гавриш та ін.] ; за заг. ред. В. В. Сташиса, В. Я. Тація. – 5-те вид., переробл. і допов. – Харків : Право, 2021. – Т. 1 : Загальна частина. – 600 с.

ОКРЕМІ ПИТАННЯ КРИМІНАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПРИ ВЧИНЕННІ КРИМІНАЛЬНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Горчаков Микита Сергійович, група 081-24-1
***Науковий керівник* к.ю.н., доц. Світличний Олексій Олексійович**

Стрімка інтеграція систем штучного інтелекту в архітектуру сучасних суспільних відносин створює не лише технологічні переваги, а й принципово нові вектори загроз для правопорядку. На сьогоднішній день інтелектуальні алгоритми виступають не просто як допоміжні технічні засоби, а як автономні чи напівавтономні фактори, здатні генерувати суспільно небезпечні наслідки. Така трансформація кримінального середовища зумовлює гостру потребу в переосмисленні класичних постулатів права, зокрема інституту вини та визначення суб'єкта злочину в умовах цифровізації [1, с. 45].

Аналізуючи методи використання штучного інтелекту у протиправній діяльності, варто відзначити особливу небезпеку генеративних моделей, що застосовуються для створення високотехнологічних дипфейків. Ці технології дозволяють зловмисникам маніпулювати аудіо- та відеоданими для здійснення шахрайства, шантажу або масштабних дезінформаційних кампаній. Паралельно з цим спостерігається розвиток автономного шкідливого програмного забезпечення, яке здатне самостійно адаптуватися до систем кіберзахисту та змінювати свій код у реальному часі за відсутності безпосереднього втручання людини. Окрему групу ризиків становлять алгоритмічні маніпуляції на фінансових ринках, де торгові боти можуть бути використані для дестабілізації економічних систем [2, с. 112].

Центральним викликом для сучасної юриспруденції залишається проблема розриву відповідальності, коли рішення, прийняте самонавчальним алгоритмом, призводить до шкоди, яку важко прямо інкримінувати людині. Традиційний підхід, де технологія розглядається лише як знаряддя злочину, поступово втрачає свою актуальність, оскільки він не враховує фактор непередбачуваності поведінки складних нейромереж. Водночас виникає концепція відповідальності через неналежний нагляд, що покладає провину на розробників або власників систем за злочинну недбалість у разі відсутності належних етичних та технічних запобіжників у коді продукту [3, с. 12].

Найбільш дискусійною у наукових колах є ідея впровадження статусу електронної особистості. Ця модель передбачає наділення автономних систем обмеженою правосуб'єктністю, що теоретично дозволило б застосовувати санкції безпосередньо до алгоритму. Проте практична реалізація цієї ідеї в межах чинного Кримінального кодексу України стикається з неможливістю застосування класичних видів покарання до небіологічного суб'єкта. Натомість більш раціональною виглядає модель каскадної відповідальності, де пріоритет зберігається за людиною-оператором, але юридично закріплюється обов'язок розробника відповідати за порушення протоколів безпеки [2, с. 115].

Таким чином, можна констатувати, що подолання викликів, пов’язаних із використанням штучного інтелекту у злочинних цілях, вимагає від держави проактивної позиції та модернізації законодавства. Оптимальним шляхом є поєднання жорсткого технічного контролю за розробкою високризикових моделей із впровадженням міжнародних стандартів маркування цифрового контенту. Лише людиноцентричний підхід, де за кожну дію автономної системи врешті-решт відповідає конкретна фізична або юридична особа, дозволить забезпечити стабільність правової системи в епоху стрімкого технологічного прогресу [1, с. 50; 3, с. 14].

Перелік посилань:

1. «Кримінально-правові виклики в епоху цифровізації», Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 15.03.2024). — 120 с.
2. О.М. Литвинов, «Штучний інтелект як суб’єкт та інструмент у правовому полі», Науковий вісник Ужгородського національного університету, 2022. — Вип. 71. — С. 110-117.
3. «Правове регулювання штучного інтелекту: європейський досвід та перспективи України», Аналітична записка НАН України, 2023. — 28 с.

ПРАВОПОРУШЕННЯ У СФЕРІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД ТА ПОЗБАВЛЕННЯ ПРАВА КЕРУВАТИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ, ЯК ДОДАТКОВЕ ПОКАРАННЯ: СУДОВА ПРАКТИКА УКРАЇНИ ТА ПРАКТИКА ЄСПЛ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Заболотна Інна Євгенівна, група 081-22-1
***Науковий керівник:* д.ю.н. проф. Потіп Микола Миколайович**

Для того, щоб запобігти правопорушенням, які спричиняють суспільну небезпечність державі та правосуддю, у національному законодавстві: в першу чергу, у Кримінальному кодексі України, а саме: ч. 1 ст. 389 КК України (ухилення від виконання покарання у виді позбавлення права керування транспортними засобами), ст. 286 (порушення правил безпеки дорожнього руху або експлуатації транспорту особами, які керують транспортними засобами) [1] та КУпАП: ч. 3 ст. 126 КУпАП (керування автомобілем особою, позбавленою права керування транспортними засобами) [2], встановлено норми, що за певних обставин, забороняють особі керувати транспортним засобом, оскільки дані правопорушення можуть становити велику суспільну небезпеку всьому суспільству та державі в цілому.

Наприклад, на сьогодні, вбачається значна кількість дорожньо-транспортних пригод, причиною, яких є те, що особа керувала транспортними засобами у нетверезому стані. Таке діяння полягає в порушенні правил безпеки дорожнього руху або експлуатації транспорту. Воно може вчинятися шляхом дії або бездіяльності й полягати: 1) у вчиненні дій, заборонених правилами (наприклад, керування транспортним засобом у стані сп`яніння чи без посвідчення водія на право керування транспортним засобом відповідної категорії тощо); 2) у невиконанні дій, які особа може і зобов`язана вчинити відповідно до вимог правил безпеки руху й експлуатації транспорту (не зниження швидкості руху відповідно до дорожньої обстановки, недотримання безпечного інтервалу тощо). Відповідно до ч. 1 ст. 67 КК при призначенні покарання обставиною, яка його обтяжує, визнається, крім інших, вчинення злочину особою, що перебуває у стані алкогольного сп`яніння або у стані, викликаному вживанням наркотичних або інших одурманюючих засобів. ***Але судова практика зазначає, що обставина вчинення злочину в стані алкогольного сп`яніння не завжди може бути врахована при призначенні покарання як така, що його обтяжує****, у випадку, коли особу, засуджену за ч. 2 ст. 286 КК, і визнано винуватою в порушенні підп. «а» п.2.9ПДР, який забороняє водієві керувати транспортним засобом у стані алкогольного сп`яніння або перебуваючи під впливом наркотичних чи токсичних речовин.* Аналогічний правовий висновок щодо застосування вищезазначеної норми права було сформульовано **Верховним Судом України (далі ВСУ) у постанові від 09 лютого 2012 року у справі № 5-28кс11 та від 01 грудня 2016 року у справі №5368кс(15)16.** Зокрема*,* у своїй постанові від 09 лютого 2012 року колегія суддів ВСУ погодилась з тим, що суд обґрунтовано визнав доведеним, що ДТП сталась унаслідок дій засудженого, який, пере-

буваючи у стані алкогольного сп`яніння, порушив вимоги підп. «а» п.2.9, п. 10.1, 12. 1 ПДР й допустив наїзд на пішохода, що спричинило його смерть. Разом з цим ВСУ зробив висновок, що *стан алкогольного сп`яніння, у якому засуджений керував транспортним засобом, характеризував лише його певний психофізичний (фізіологічний) стан, який сприяв порушенню ним інших норм правил безпеки дорожнього руху, проте саме порушення підп. «а» п. 2.9 ПДР не було безпосередньою причиною настання суспільно небезпечних наслідків, а отже причинового зв`язку знаслідками, що настали, воно не мало [3].*

У постанові Великої палати Верховного суду від 21 серпня 2019 року у справі *№ 682/956/17* вказано, що **керування транспортним засобом у стані алкогольного сп'яніння, хоча і становить порушення вимог підп. «а» п. 2.9 ПДР, однак само по собі не може виступати прямою безпосередньою причиною настання ДТП та її наслідків у вигляді заподіяння потерпілому (потерпілим) тілесних ушкоджень або смерті. Стан сп`яніння не охоплюється об`єктивною стороною (не є кваліфікуючою ознакою) злочину, передбаченого ст. 286 КК, і при призначенні покарання особі може враховуватись як обставина, що обтяжує покарання згідно з п.13 ч. 2 ст.67 КК [4].**

У національному законодавстві - **позбавлення права керувати транспортними засобами призначається особі як додаткове покарання.** У постанові Об`єднаної палати Касаційного кримінального суду Верховного Суду від 04 вересня 2023 року у справі *№* 702/301/20, зазначено, що **відповідно до ч. 1 ст. 55 КК позбавлення права керувати транспортними засобами як додаткове покарання призначається на строк до десяти років.** Крім того, позбавлення права керувати транспортними засобами як **обов`язкове додаткове покарання** передбачено у санкціях всіх частин **ст. 286-1 КК**, якою передбачено **кримінальну відповідальність за порушення правил безпеки дорожнього руху або експлуатації транспорту особами, які керують транспортними засобами в стані сп`яніння. Отже, ні норми Загальної частини КК, ні статті 286, 286-1 КК не містять жодних застережень чи умов застосування додаткового покарання у виді позбавлення права керувати транспортними засобами, у тому числі, зумовлених відсутністю у винного посвідчення водія на право керування транспортними засобами [5].**

*Відповідно до положень **ст. 15 Закону України «Про дорожній рух» від 30 червня 1993 року № 3353-XII** право на керування транспортними засобами відповідної категорії підтверджується посвідченням водія транспортного засобу з установленим терміном дії. Забороняється керування транспортними засобами особам, до яких застосовано адміністративне стягнення чи кримінальне покарання у виді позбавлення права керування транспортними засобами, протягом строку позбавлення, а також особам, щодо яких державним виконавцем встановлено тимчасове обмеження у праві керування транспортними засобами [6].*

Виходячи із системного аналізу зазначених норм, об`єднана палата вважає, що правова природа додаткового покарання у виді позбавлення права керувати транспортними засобами не зводиться виключно до вилучення посвідчення водія та не вичерпується такою дією, **а застосовується на певний пері-**

од, тривалість якого визначається судом відповідно до санкції відповідної частини статей 286, 286-1 КК, і полягає у забороні керувати транспортними засобами. Так, внаслідок порушення особою, незалежно від наявності чи відсутності у неї посвідчення подія, правил безпеки дорожнього руху або експлуатації транспорту створюється реальна небезпека для життя і здоров`я інших осіб та спричиняється відповідна шкода, а **тому додаткове покарання у виді позбавлення права керувати транспортними засобами в окремих випадках є необхідним з метою попередження спричинення такою особою шкоди здоров`ю чи навіть смерті іншим особам через порушення нею правил дорожнього руху в майбутньому, а також для дієвого впливу на сприйняття суспільством, у тому числі іншими водіями. Таким чином, Об`єднана палата Касаційного кримінального суду Верховного Суду зробила висновок, що особі, яку визнано винуватою у вчиненні кримінального правопорушення, передбаченого відповідною частиною статей 286, 286-1 КК, суд може призначити додаткове покарання у виді позбавлення права керувати транспортними засобами незалежно від того, чи мала така особа на момент вчинення кримінального правопорушення отримане у передбаченому законом порядку посвідчення на право керування транспортними засобами [5].**

Незважаючи на це, відповідно до правозастосовчої практики в Україні, є деякі обмеження щодо призначення особі додаткового покарання у вигляді позбавлення **права керувати транспортними засобами.** Відповідно до постанови Верховного Суду колегії суддів Другої судової палати Касаційного кримінального суду 22 січня 2019 року у *справі № 708/40/18,* позбавлення права керувати транспортними засобами суд не вправі призначити як додаткове покарання **особі, яка не має права керувати транспортними засобами. Як убачається з матеріалів кримінального провадження, засуджена не отримувала посвідчення водія на право керування транспортними засобами відповідної категорії, згідно зі ст. 15 Закону України «Про дорожній рух». Отже, враховуючи вищезазначене, призначення судом першої інстанції засудженій додаткового покарання у виді позбавлення права керувати транспортними засобами на строк 3 роки є помилковим та підлягає виключенню з судових рішень [7].**

Щодо практики ЄСПЛ, можна виділити, справу **«Байчич проти Хорватії» (Bajćić v. Croatia)**, за якою встановлено покарання, **накладене за перевищення швидкості з подальшим визнанням заявника винним у вчиненні кримінального правопорушення за спричинення смертельної дорожньо-транспортної пригоди.** Справа стосувалася скарги заявника на те, що він був двічі притягнений до суду та покараний двічі за одне і те ж правопорушення. Зокрема, **він спочатку був визнаний винним в провадженні за незначне правопорушення перевищення швидкості, а згодом – у кримінальному провадженні за спричинення ДТП зі смертельними наслідками. В першому провадженні йому був призначений штраф, а в другому він отримав вирок до тюремного ув'язнення** [8].

З урахуванням вищезазначеного, підсумовуючи викладене, можемо зазначити, що порушення особами правил безпеки дорожнього руху, спричиня-

ють підвищену суспільну небезпечність всім оточуючим, а тому позбавлення права керувати транспортними засобами як **додаткове покарання** має вагоме значення для запобігання вчинення правопорушень, які пов'язані з дорожньо-транспортними пригодами. **За допомогою даного карального засобу, держава не тільки безпосередньо забороняє особі керувати транспортним засобом, а і покладає обов'язок на певних уповноважених органів роз'яснювати особі наслідки невиконання даного зобов'язання.** Щодо порівняння судової практики України з практикою ЄСПЛ, хочемо сказати, що в Україні у чинному кримінальному законодавстві чітко зазначена **ст. 67 КК**, - **обставини, що обтяжують покарання**. А тому суд при призначенні остаточного вироку може, спираючись на обтяжуючі обставини, винести більш суворе покарання або разом з основним покаранням призначити і додаткове, в тому числі - позбавлення права керувати транспортними засобами. На відміну від, зазначеної вище справи ЄСПЛ (приклад Хорватії), де особу було спочатку притягнуто до адміністративної відповідальності за порушення правил ПДР, а потім до кримінальної відповідальності, саме у зв'язку зі смертельними наслідками, спричиненим ДТП. Отже, законодавство Хорватії зазначає розглядати вчинене суспільно-небезпечне діяння, як два провадження, які тісно пов'язані по суті справи.

Перелік посилань

1. Кримінальний кодекс України від 05.04.2001 № 2341-III (Чинний). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2341-14/conv#n1961
2. Кодекс України про адміністративні правопорушення від **07.12.1984** № 8073-X (Редакція станом на 07.05.2017). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/80731-10#Text
3. Верховний суд. ОГЛЯД судової практики Касаційного кримінального суду у складі Верховного суду у кримінальних провадженнях щодо порушення правил безпеки дорожнього руху експлуатації транспорту особами, які керують транспортними засобами.URL: https://supreme.court.gov.ua/userfiles/media/new_folder_for_uploads/supreme/Oglyad_KKS_DTP.pdf
4. Постанова Великої палати Верховного суду від 21 серпня 2019 року у справі *№ 682/956/17. URL: https://reyestr.court.gov.ua/Review/84153042*
5. Постанова Об`єднаної палати Касаційного кримінального суду Верховного Суду 04 вересня 2023 року у справі № 702/301/20. URL: https://lpd.court.gov.ua/legal-position/9864/document/35448
6. Закон України "Про дорожній рух" від 30.06.1993р. - № 3353-XII(редакція 12.09.2025р URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12#Text
7. Постанова Верховного Суду колегії суддів Другої судової палати Касаційного кримінального суду 22 січня 2019 року у *справі № 708/40/18. URL: https://lpd.court.gov.ua/legal-position/2637/document/2741*
8. Справа **«Байчич проти Хорватії» (Bajćić v. Croatia)**. URL: https://hudoc.echr.coe.int/eng#{%22itemid%22:[%22001-204820%22]

ДОЦІЛЬНІСТЬ СМЕРТНОЇ КАРИ ЯК НАЙВИЩОЇ МІРИ ПОКАРАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кравченко Каріна Костянтинівна, група 081-24-1
***Науковий керівник* к.ю.н., доц. Світличний Олексій Олексійович**

Питання підтримки чи опозиції смертної було предметом дискусій протягом усієї історії розвитку правової думки і не втратило актуальності навіть сьогодні: у березні ізраїльський Кнесет ухвалив закон про страту за смертоносні теракти, у той час як в Україні у зв`язку з розгортанням повномасштабної війни обговорюється доцільність запровадження смертної кари за воєнні злочини.

Одним із перших аргументів, щодо яких у прихильників і критиків смертної кари виникають суперечки є справедливість. Цей термін потребує суттєвого і ґрунтовного обмірковування, особливо з огляду на те, що його сприйняття дуже легко змінюється, залежить від зовнішнього середовища та розуміння критичною масою людей у суспільстві. Наприклад, в очах сімей потерпілих від рук вбивці справедливість перемежовується з простим реваншем, який не має нічого спільного з поняттям справедливості, про яку йдеться в законодавстві так само, як і думка кожної зі сторін судового процесу про те, що справедливість означає отримання рішення на свою користь. Набагато легше визначити несправедливість. Водночас можна чітко встановити, що в питанні кримінального покарання справедливість — це точно не сліпа відплата помстою, життям за життя (хоч у практиці сучасних держав смертна кара може застосовуватися не лише за злочини, пов’язані із вбивством). Німецький професор К. Ю. Міттермаєр не вважав ідею помсти достатньою для обґрунтування смертної кари. Він, зокрема, писав: З пануванням подібних поглядів смертна кара дуже легко може вважатися справедливою, видаючи себе за заслужену відплату злочинцю, який вчинив злочин ... Таким чином може виправдовувати смертну кару кожен народ, який перебуває на низькому ступені освіченості та не звик через свою грубість надавати значення моральній природі людини; такий народ звертає увагу лише на фізичну природу людини, і в нього з’являється переконання, що лише страх фізичних страждань здатен справити враження на людину (як на тварину) і може утримати її від вчинення злочинів [4, с.51]. Не варто забувати, що метою будь-якого покарання є відновлення порушених прав, повернення в суспільство людину, яка за своїми моральними характеристиками не відрізнятиметься від інших людей та не становитиме для них загрози. Будь-якого, крім найвищої міри. Мета смертної кари інша. Її соціальна природа тотожна показовій страті Середньовіччя — залякування відплатою. Нічого іншого держава, яка позбавляє людей життя, на меті не має [4, с. 52].

Наступний аргумент на користь смертної кари – її ефективність у запобіганні новим злочинам. Однак за даними уповноваженого ООН з прав людини з досвіду 160 країн, що взагалі скасували, або не застосовують смертну кару, можна зрозуміти – немає ніякої кореляції між відсутністю смертної кари та зростанням злочинності. А за даними міжнародної неурядової організації «Amnesty International» по всьому світові спостерігається тенденція до скорочення наси-

льницьких злочинів. Вона не залежить від наявності чи відсутності в країні смертної кари. Ця тенденція помітна і в Україні, яка є лідером з числа пострадянських республік по зменшенню кількості умисних вбивств. У 2000 році, що передував скасуванню смертної кари, в Україні було майже 5 тисяч умисних вбивств на рік. А в 2001 році – трохи більше 4, 5 тисяч. Чи призвело скасування смертної кари до зростання кровопролиття? Ні. Вже в 2002 році умисних вбивств було близько 4300. В 2005 – їх стало на тисячу менше. В 2010 ще на тисячу. А в 2019 році за даними Національної поліції було взагалі 1408 умисних вбивств. Як бачимо, скасування смертної кари не призвело до стрибка насильницької злочинності. Навпаки, її рівень стабільно падає згідно загальносвітової тенденції. Тому головний аргумент, що смертна кара відлякує потенційних злочинців – не працює [3, с. 299].

Вагомим аргументом на противагу смертної кари є помилковість застосування страти, а саме: помилки судочинства та несправедливість в судових процесах. Розглядаючи даний фактор, варто згадати про високий рівень корумпованості всіх гілок влади різного рівня, що, зрештою, негативно позначиться на винесенні незаконних смертних вироків особам, які не винні у конкретних злочинах [1, с. 87].

Альтернативою смертної кари, як найсуворішого виду покарання, є довічне позбавлення волі. Це покарання за найбільш тяжкі злочини вважається гуманнішим та більш прийнятним з точки зору основоположних прав людини. Проте Чезаре Беккаріа, розглядаючи співвідношення смертної кари і довічної каторги (довічного позбавлення волі), відзначає, що за суворістю покарання остання може стати замінником страти злочинця, але при цьому ним звертається увага, що довічна каторга на відміну від миттєвого позбавлення життя є тільки початком довготривалих страждань. І якщо підсумовувати всі «нещасні моменти» рабського життя під час довічної каторги, то виявиться, що вона за своєю жорстокістю може перевершувати смертну кару [4, с. 823]. Повністю погоджуюся з вищевикладеною думкою, адже дійсно: страта не лише позбавляє людину найвищої цінності – життя, а й звільняє від моральних страждань, викликаних сумлінням, від усвідомлення втраченої можливості розпоряджатися власним життя у повній мірі та невідворотності покарання. Смерть після виконання вироку настає швидко, проте важкий тягар наслідків скоєного злочину в`язень приречений нести все життя.

Цікавою є пропозиція про можливість «останнього слова» засудженого. Тобто, винна особа в ході судового засідання має право змінити вид покарання суду, вибравши з двох варіантів: перше – довічне ув’язнення, друге – смертну кару. Таким чином, смертна кара виконуватиме подвійну функцію. По-перше, закон та держава проявляє до винного гуманність, що дає можливість звільнити себе від довічних страждань та мук у неволі. По-друге, смертна кара слугує більш ефективним показником у протидії злочинності, оскільки особа, яка визнана винною та обирає вид покарання смертну кару, вказує, що злочинні дії були справжніми, закон притягнув до відповідальності по заслугах, винний змирився і обрав можливість відбути покарання у більш гуманному виді. Дана модель поведінки, вказує на страх засудженого до довічного перебування у

в'язниці, що відобразиться у криміногенному світі в цілому. Також даний фактор дає можливість впровадити смертну кару без порушення конституційних вимог [1, 87]. Така пропозиція може здатися досить вдалим компромісом, адже засуджені матимуть змогу самостійно розпорядитися власним життям. Проте інші проблеми висвітлені в аргументах «проти» смертної кари все ж залишаються не вирішеними.

Отже, смертна кара є архаїчним методом відплати за скоєне, що грунтується на сліпому бажанні помсти, ненависті та залякуванні. Наявність такого виду покарання не призводить до зниження рівня злочинності, порушує основоположні права людини (адже держава не можете позбавити людину того, чого не надавала), сприяє високому ризику смерті невинних через незворотність виконаного вироку, банальну помилку суддів, високу корумпованість системи правосуддя та перешкоджає здійсненню основної мети покарання – виправлення деформації свідомості.

Перелік посилань

1. Журавльова В. Г. Смертна кара: дискусійні питання. *Економіко-правова парадигма розвитку сучасного суспільства* : матеріали VIII міжнар. науково-практ. конф., м. Краків, 29 листоп. – 1 груд. 2017 р. Вінниця, 2017. URL: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/6308/1/Konf_EPPRSS_copy.pdf#page=86.

2. Звєрєв Є., Шмарьова Т. Смертна кара: pro et contra (чере з призму доцільності, гуманності і справедливості). *Наукові записки НаУКМА. Юридичні науки*. 2025. Т. 15. URL: https://doi.org/10.18523/2617-2607.2025.15.45-67.

3. Четвертак М. Смертна кара як вид покарання. *V Міжнародний молодіжний науковий юридичний форум* : матеріали форуму, м. Київ, 19–20 трав. 2022 р. Тернопіль, 2022. URL: https://www.researchgate.net/profile/Muneam-Taiyer/publication/364701035_Vpliv_globalnih_epidemij_na_akist_nauki_osoblivo_sudovoi_sistemi/links/6357d31612cbac6a3ef53d46/Vpliv-globalnih-epid.

4. Volobuev A. F. The death penalty during martial law as a means of public prevention. *Analytical and comparative jurisprudence*. 2025. No. 2. P. 820–825. URL: https://doi.org/10.24144/2788-6018.2025.02.120.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРАВОВИХ РЕЖИМІВ ДЕФЕНС СІТІ ТА ДІЯ СІТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Павлюк Діана Віталіївна, 081-23-2
***Науковий керівник*: д.ю.н., проф. Тюря Юлія Іванівна**

В Україні запроваджено особливий податково-правовий режим Дефенс Сіті, розроблений для підтримки оборонної промисловості України. Дефенс Сіті – це державна ініціатива, що передбачає низку пільг для компаній, які є критично важливими для оборони.

Новий режим спрямований на стимулювання розвитку оборонно-промислового комплексу (далі – ОПК) через запровадження сучасних технологій, посилення співпраці між державою, бізнесом та науковими інституціями, створення нових робочих місць, підвищення інвестиційної привабливості галузі та забезпечення оперативного реагування на потреби фронту. Для досягнення цих цілей передбачено податкові пільги, спрощення митних процедур, а також обмеження публічного доступу до інформації про резидентів Дефенс Сіті у відкритих державних реєстрах. Очікуваним результатом має стати підвищення ефективності захисту держави від збройної агресії та формування підґрунтя для її повоєнного відновлення [6].

Правовий режим Дефенс Сіті набирає чинності з дня внесення до реєстру запису про першого резидента та діє до 1 січня 2036 року або до вступу України до Європейського Союзу [1].

Наразі Дефенс Сіті вже має свого першого резидента, – це один з найбільших виробників безпілотників в Україні, відомий, зокрема, виробництвом дронів «Вампір», «Шрайків» та перехоплювачів шахедів [8].

Нормативну основу реалізації правового режиму Дефенс Сіті становить закон України «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо підтримки підприємств оборонно-промислового комплексу» від 21.08.2025 року №4577-IX, який має рамковий характер і визначає правові й податкові механізми підтримки відповідних підприємств шляхом внесення змін до чинних нормативно-правових актів. Окрім зазначеного закону правове регулювання охоплює положення закону України «Про національну безпеку України» від 21.06.2018 № 2469-VIII, а також норми Податкового кодексу України з урахуванням змін, внесених законом № 4577-IX. Деталізація механізмів реалізації режиму здійснюється у постановах Кабінету Міністрів України, зокрема у постанові від 17.12.2025 № 1745 «Деякі питання правового режиму Дефенс Сіті», а також у підзаконних нормативно-правових актах, прийнятих на виконання зазначеного закону та урядових рішень, включаючи окремі акти, форми та процедури, що затверджуються Міністерством оборони України та іншими уповноваженими органами.

Розвиток правового режиму Дефенс Сіті поділяється на п’ять етапів. Перший етап передбачав запровадження необхідної нормативно-правової бази. Другий етап (січень – березень 2026 року) включає запуск реєстру та відбір ре-

зидентів; очікується, що перші 50 – 70 компаній отримають статус у І кварталі 2026 року. Третій етап (березень – червень 2026 року) охоплює податково-фінансову інтеграцію, за яку відповідають Міністерство фінансів, Державна податкова служба, Національний банк України та митні органи. Четвертий етап (2026 – 2030 роки) передбачає масштабування та формування кластерів – залучення іноземних інвесторів і створення регіональних Дефенс-кластерів з лабораторіями, логістикою та R&D-інфраструктурою. П'ятий етап (2031 – 2035 роки) включає аудит і оновлення законодавства, що може сприяти продовженню режиму після 2036 року або його трансформації у формат Defence Valley – постійну технологічну зону для військових інновацій [5].

Варто зазначити, що режим Дефенс Сіті має добровільний характер, тому підприємства самостійно вирішують: чи зацікавлені вони в отриманні статусу резидента. Відомості про таких суб'єктів вносяться до спеціального Реєстру резидентів «Дефенс Сіті», ведення якого покладено на Міноборони. Набуття статусу резидента надає підприємству право користуватися передбаченими законодавством податковими, митними та організаційно-правовими перевагами. Водночас отримання і збереження такого статусу можливе лише за умови відповідності встановленим законодавчим критеріям та дотримання визначених вимог щодо здійснення діяльності у сфері ОПК [6].

Основна умова для набуття статусу Дефенс Сіті – отримання кваліфікованого доходу в обсязі не менше 75 % для всіх сфер ОПК або менше ніж 50 % – виключно для галузі літакобудування. Резидентом Дефенс Сіті може бути лише платник податку на прибуток. Статус підприємства ОПК України, умови отримання статусу резидента та порядок контролю визначаються ЗУ «Про національну безпеку України» [6].

Резиденти Дефенс Сіті звільняються від сплати податку на прибуток за умови його цільового реінвестування. Такий прибуток може спрямовуватися на розвиток власної діяльності резидента, зокрема на переоснащення матеріально-технічної бази, модернізацію виробничих і технологічних процесів, впровадження новітніх технологій, розроблення та виробництво нових зразків озброєння і військової техніки. Крім того, допускається використання коштів для придбання корпоративних прав підприємств ОПК за умови невиплати дивідендів протягом пільгового періоду, а також для набуття прав інтелектуальної власності, необхідних для виконання державних контрактів. Водночас для резидентів Дефенс Сіті додатково передбачено податкові пільги майнового характеру. Зокрема, звільнення від сплати земельного та екологічного податків та податку на нерухоме майно [3].

Окрім податкових стимулів для резидентів передбачено спрощення митних і валютних процедур. Так, Постановою Правління НБУ від 30.12.2025 №166 запроваджено спрощення умов купівлі іноземної валюти для імпорту товарів, а також пом'якшення правил транскордонних переказів за окремими операціями для резидентів Дефенс Сіті [4].

Дефенс Сіті є не єдиним правовим режимом, який функціонує на території України. У лютому 2022 року відбувся запуск режиму Дія Сіті, який є унікальним правовим та податковим простором, що створює сприятливі умови для

розвитку технологічного бізнесу в Україні й запроваджує стимули для перетворення країни на високотехнологічну цифрову державу [7]. Ефективність режиму Дія Сіті підтверджується його динамічним розвитком: станом на грудень 2025 року кількість компаній-резидентів перевищила 3 тисячі, а сукупний обсяг їхньої виручки сягнув понад 267 млрд грн. Наведені показники свідчать не лише про високий попит на цей інструмент серед учасників ринку IT-послуг, а й про його системне значення для розвитку національної економіки України [9].

Попри концептуальну спорідненість розглядувані правові режими різняться за своїм цільовим призначенням: Дія Сіті орієнтований на розвиток IT-сфери, цифрових продуктів та досліджень і розробок, тоді як Дефенс Сіті створений для підприємств ОПК, основною діяльністю яких є виробництво оборонної продукції.

Режим Дія Сіті фокусується на людському капіталі, пропонуючи пільгове оподаткування зарплат (5% ПДФО), гіг-контракти та вибір між звичайним податком на прибуток (18 %) і податком на виведений капітал (9 %). Дефенс Сіті орієнтований на промисловий капітал і надає 0 % податок на прибуток при реінвестуванні у виробництво. Для Дія Сіті відбір резидентів та ведення реєстру, регулювання та контроль за відповідністю резидентів вимогам здійснює Міністерство цифрової трансформації. Натомість для Дефенс Сіті це здійснює Міністерство оборони України [5].

Водночас правовий режим Дефенс Сіті має низку потенційних недоліків. По-перше, резиденти значною мірою залежать від державної політики у сфері ОПК: скорочення державних замовлень може призвести до втрати ринків збуту. По-друге, відсутність спеціального закону, який би комплексно регулював цей режим, створює для інвесторів ризики бюрократичних перешкод та правових колізій. По-третє, обов’язкове реінвестування прибутку у визначені напрями обмежує автономію підприємств і може стримувати залучення потенційних резидентів.

Підсумовуючи викладене, варто зазначити, що режим Дефенс Сіті необхідний, оскільки Дія Сіті не вирішує проблем важкої оборонної промисловості, де потрібні великі капітальні інвестиції в обладнання та виробничі потужності. Внаслідок звільнення від земельного та екологічного податків, а також спрощення митних процедур для імпорту комплектуючих режим дозволяє суттєво знизити собівартість української зброї, роблячи її конкурентною та доступнішою для держбюджету.

IT-компанії потребують переважно ноутбуків та людей, натомість оборонні заводи потребують дороговартісного обладнання, верстатів та виробничих ліній. Звільнення від податку на прибуток (0 %) дозволяє направити всі зароблені кошти на закупівлю «заліза» та розширення виробництва, що неможливо зробити в рамках Дія Сіті.

На наш погляд, удосконалення режиму Дефенс Сіті потребує вирішення кількох ключових питань. По-перше, для MilTech-компаній, що поєднують IT-розробки та виробництво (наприклад дронів з ПЗ), необхідно забезпечити гармонізацію обох режимів, оскільки такі підприємства потребують водночас гіг-контрактів для розробників і виробничих пільг. По-друге, вимога повного реін-

вестування прибутку може стримувати венчурних інвесторів, тому варто розглянути можливість виплати частини дивідендів за пільговою ставкою після певного періоду резидентства, що стимулюватиме залучення приватного капіталу (наприклад, через 5 років резидентства 20 %). По-третє, доцільно законодавчо дозволити резидентам Дефенс Сіті укладати гіг-контракти з ІТ-фахівцями та інженерами, що дасть змогу оборонним підприємствам залучати кваліфіковані кадри на гнучких умовах, не втрачаючи при цьому статусу виробничого підприємства зі звільненням від податку на прибуток. Таким чином, синергія інструментів підтримки людського та індустріального капіталу дозволить створити необхідні передумови для формування технологічно спроможного ОПК України.

Перелік посилань

1. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо підтримки підприємств оборонно-промислового комплексу : Закон України від 21.08.2025 № 4577-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4577-20#Text.

2. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII : станом на 24 січ. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19#Text.

3. Податковий кодекс України : Кодекс України від 02.12.2010 № 2755-VI : станом на 1 січ. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text.

4. Митний кодекс України : Кодекс України від 13.03.2012 № 4495-VI : станом на 4 січ. 2026 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4495-17#Text.

5. LIGA ZAKON Academy. Батл податкових режимів: Diia City vs Defence City, 2026. *YouTube*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=SJ7wFlFdngw.

6. Юрченко Н. Створення Defence City для підтримки оборонних підприємств: умови, вимоги, ключові норми законопроєкту. *БІП:Бухгалтер ідеального підприємця*. URL: https://bip.net.ua/articles/stvorennya-defence-city/.

7. Дія.City - інформація про проект Дія.City. *Digital State UA: Ukrainian Tech for Future Societies*. URL: https://digitalstate.gov.ua/uk/projects/govtech/diia-city.

8. Міноборони надало статус першого резидента Defence City виробнику дронів «Вампір». *Міністерство оборони України*. URL: https://mod.gov.ua/news/minoboroni-nadalo-status-pershogo-rezidenta-defence-city-virobniku-droniv-vampir.

9. Тюря Ю.І., Махова Л.О. Проблеми та перспективи правового регулювання платформної зайнятості як особливої форми реалізації права на працю у межах правового режиму Дія Сіті // Наукове фахове видання «Аналітично-порівняльне правознавство». 2026. № 1. Ч. 2. С. 84 – 91. DOI https://doi.org/10.24144/2788-6018.2026.01.2.13.

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА

ДО ПИТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КІСТКОВОГО ЦЕМЕНТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Андріюк Валерія Русланівна, група 132-23-3 ММФ
***Науковий керівник*: ст. викладач Трофимова Олена Павлівна**

Акриловий кістковий цемент є основним матеріалом для фіксації ендопротезів у сучасній ортопедії. Але його у його застосуванні є суттєвий недолік – інтенсивне тепловиділення під час хімічної реакції полімеризації. Білки живої кістки мають поріг термічної стабільності на рівні 55 °C, і, відповідно, будь-яке перевищення цієї температури на межі «цемент-кістка» призводить до некрозу тканин. Як наслідок, утворюється фіброзний прошарок, що спричиняє розхитування імплантату і можуть потребуватись повторні операції [1-2].

В роботі розглянуто питання комп'ютерного моделювання термічної безпеки кісткового цементу у середовищі MATLAB [3]. Базою алгоритму став розрахунок енергетичного балансу системи з урахуванням зміни теплоємності та масової частки мономеру при введенні $BaSO_4$ [4]. З метою оперативності аналізу програмний додаток оснащений графічним інтерфейсом. Це дозволяє варіювати склад та геометричні параметри матеріалу й отримувати залежність накопичення тепла від його товщини та вмісту $BaSO_4$.

В результаті моделювання отримали, що збільшення вмісту $BaSO_4$ до 20 % знижує температуру на ~10-15 %. Також інтерактивна модель наочно демонструє, що товщина шару цементу є не менш критичною. Навіть за умови використання безпечного складу, якщо товщина шару перевищує 5 мм, температура нагрівання виходить за критичні межі через погіршення тепловідводу. Таким чином, інтерактивне моделювання дозволяє ефективно прогнозувати поведінку матеріалу та оптимізувати його параметри.

Перелік посилань

3. Ramanathan S., Lin Y.-C., Thirumurugan S. et al. (2024) Poly(methyl methacrylate) in Orthopedics: Strategies, Challenges, and Prospects in Bone Tissue Engineering. Polymers, 16(3): 367. https://doi.org/10.3390/polym16030367

4. Bistolfi A., Ferracini R., Albanese C. et al. (2019) PMMA-Based Bone Cements and the Problem of Joint Arthroplasty Infections: Status and New Perspectives. Materials (Basel), 12(23): 4002. DOI: 10.3390/ma12234002

5. Combs S.P., Greenwald A.S. The effects of barium sulfate on the polymerization temperature and shear strength of surgical simplex P. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/535284/ (дата звернення: 21.03.2026).

6. MathWorks. App Building in MATLAB. URL: https://www.mathworks.com/help/matlab/app-building.html (дата звернення: 21.03.2026).

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Андріюк Валерія Русланівна, група 132-23-3
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Панченко Сергій Павлович**

Розвиток біомедичної інженерії супроводжується активним впровадженням цифрових технологій у процеси створення та оптимізації медичних виробів. Проєктування медичних виробів є складним міждисциплінарним процесом, що поєднує методи інженерного аналізу, матеріалознавства, біомеханіки та комп'ютерного моделювання. Застосування сучасних програмних інструментів забезпечує підвищення точності інженерних розрахунків, оптимізацію геометричних параметрів конструкцій і прогнозування експлуатаційних характеристик виробів ще на етапі їх розробки [1].

Інженерно-математичне моделювання дозволяє визначати механічні параметри конструкцій, оцінювати напружено-деформований стан матеріалів та прогнозувати поведінку медичних виробів під дією біомеханічних навантажень. Для проведення таких розрахунків застосовуються спеціалізовані програмні середовища, зокрема Mathcad та MATLAB (рис. 1). Ці системи забезпечують виконання складних обчислень, побудову математичних моделей біомеханічних систем, аналіз експериментальних даних [1-2].

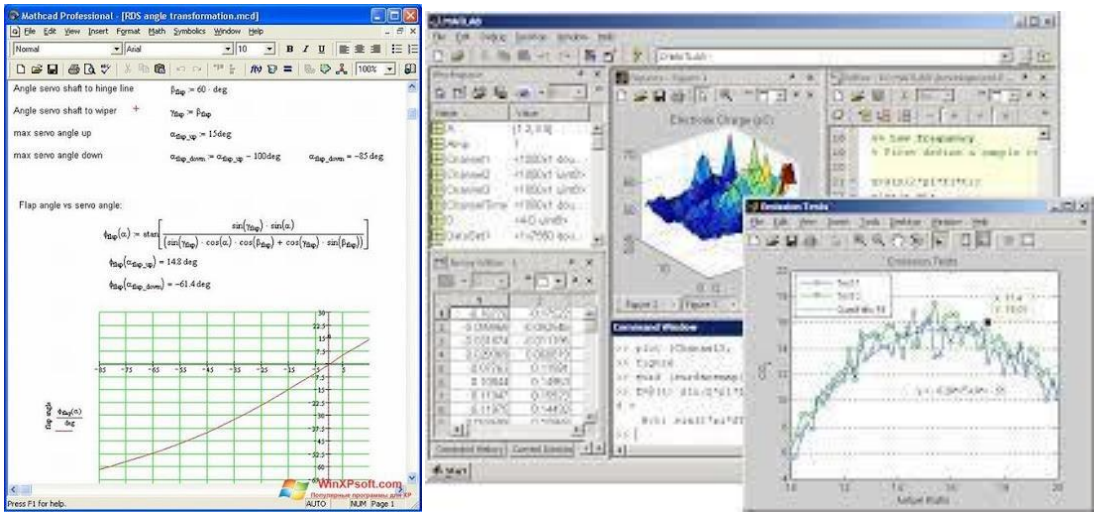


Рис. 1 Середовища Mathcad та MATLAB

Цифрове конструювання медичних виробів здійснюється за допомогою систем автоматизованого проєктування. У цьому процесі використовуються різноманітні CAD-системи, зокрема Autodesk Inventor (рис. 2), які дозволяють створювати параметричні тривимірні моделі імплантатів, ортопедичних конструкцій, медичних інструментів та інших технічних систем. CAD-моделювання забезпечує детальне опрацювання геометрії виробу, перевірку сумісності елементів конструкції, а також підготовку моделей для подальшого інженерного аналізу та виготовлення [3].

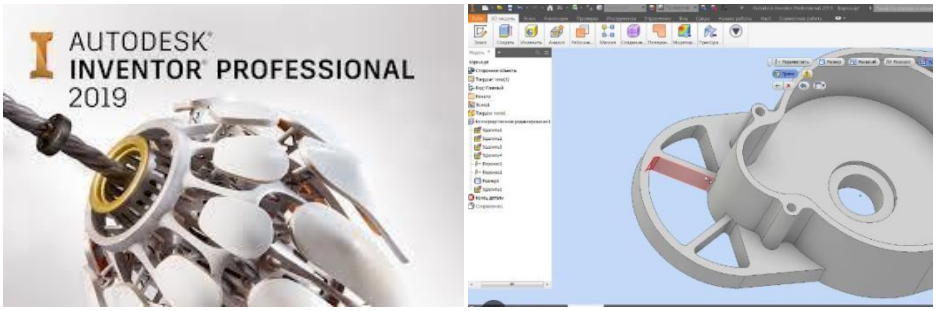


Рис. 2 Середовище Autodesk Inventor

Автоматизація інженерних розрахунків і аналіз великих масивів біомедичних даних реалізується із застосуванням сучасних мов програмування. Значне поширення у сфері біомедичної інженерії отримала мова Python, яка використовується для розробки алгоритмів обробки медичних зображень, статистичного аналізу експериментальних результатів та моделювання біомеханічних процесів. Наявність спеціалізованих бібліотек для наукових обчислень (NumPy, SciPy, Pandas, Matplotlib) дозволяє реалізовувати складні чисельні методи [4].

Поєднання математичного моделювання, систем автоматизованого проєктування та програмних засобів аналізу даних формує комплексне цифрове середовище для розробки медичних виробів. Використання таких технологій дозволяє проводити віртуальні випробування конструкцій, оцінювати їх механічну міцність, довговічність та взаємодію з біологічними тканинами ще до створення фізичного прототипу. Це сприяє підвищенню надійності та безпечності медичних виробів, скорочує тривалість циклу розробки та зменшує витрати на експериментальні дослідження [4].

Таким чином, інтегроване застосування систем математичного моделювання, CAD-технологій та сучасних інструментів програмування формує ефективний підхід до проєктування медичних виробів. Цифровізація інженерних процесів забезпечує створення інноваційних медичних пристроїв із високими функціональними характеристиками та сприяє розвитку сучасної біомедичної інженерії [5].

Перелік посилань

1. Дзісь В. Г., Левчук О.В., Новицька Л.І. , Смілянець О.Г., Бубновська.І.А. Довідник . Програмування в Mathcad . – Вінниця. Видавничий центр ВНАУ 2015.– 187 с.

2. David Houcque Northwestern University INTRODUCTION TO MATLAB FOR ENGINEERING STUDENTS (version 1.2, August 2005), 48-56 с.

3. Tutorial Introduction By L. Scott HansenCopyright 20251st Edition Autodesk Inventor 2026A., 123-141 с.

4. Кевін Уілсон, Ю.І. Бойко, к.т.н., доц. 2022. The Absolute Beginner's Guide to Python Programming: A Step-by-Step Guide with Examples and Lab Exercises., 15-34 с.

5. H. Rudolph, S. Quaas, R. G. Luthardt CAD/CAM – Neue Technologien und Ent-wicklungen in Zahnmedizin und Zahntechnik, 2003. 482-512 с.

ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВОЛОГОСТІЙКИХ ПРОТЕЗІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бутирін Костянтин Денисович, група БІ-25-1 ММФ
Серомашенко Юрій Миколайович, група БІ-25-1 ММФ
***Науковий керівник:* ст. викладач Трофимова Олена Павлівна**

На сьогодні реабілітація пацієнтів з ампутаціями потребує розширення функціональних можливостей протезів за межі побутового використання. Також важливим аспектом у користуванні протезами є дотримання гігієни. Оскільки більшість часу кукса перебуває в гільзі куксоприймача, існує підвищений ризик інфікування і розвитку шкірних захворювань у ділянці кукси, якщо нехтувати гігієною. Метою даної роботи є аналіз особливостей конструкцій вологостійких протезів, які можна використовувати для прийняття душу чи плавання; матеріалів з яких вони виготовляються та з якими інженерними та медичним суперечностями наразі стикаються біомедичні інженери.

Протези для плавання – це спеціалізовані водостійкі пристрої для заміни втрачених кінцівок і надання можливості користувачу знаходження у воді. Протези для прийняття душу зазвичай зроблені повністю з шаруватого пластику, що забезпечує легкість та водночас міцність. Але також існує подібний різновид для кінцівки, яка вже має тримальний модуль між куксоприймачем і стопою, виготовлений із вуглепластику. Стопа є безшарнірною, а її нижня частина має протиковзну поверхню. Куксоприймач має гумовий наколінник для запобігання потраплянню води в куксоприймач, наявні отвори Кінгстона для можливості вільного проходження води, що зменшує плавучість протеза. Такі типи протезів не мають механічних чи електронних компонентів, тож рухливість даного типу протезу мінімальна (рис. 1) [1-2, 3].

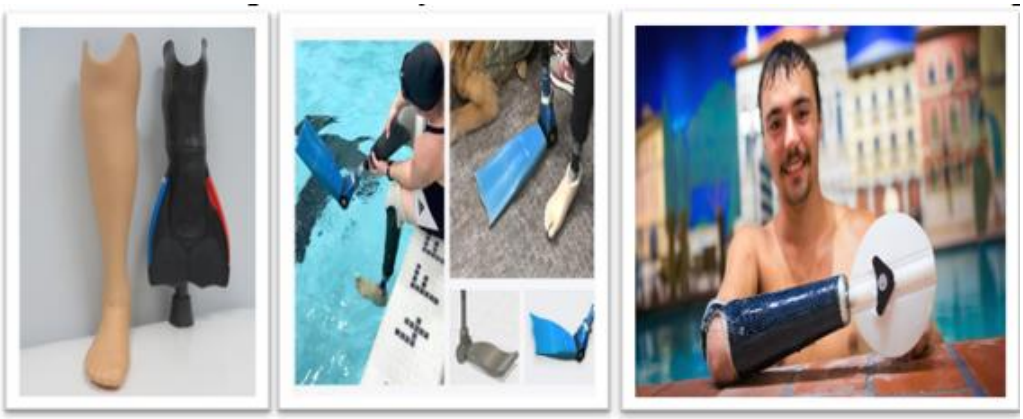


Рис. 1 Типи протезів для душу та помірного пересування у воді:
а – протез гомілки для купання; б – протез стегна для купання;
в – купальний протез ноги (з тримальним модулем)

Також ще є різновид протезів, які можна використовувати не тільки для вологих процедур, а і у побуті. Вони виготовляються з легких та стійких до ко-

розії металів, самим поширеним варіантом є титан, та мають рухомий протез гомілковостопного суглобу для плавання. Цей варіант може підійти людям, які полюбляють активні види відпочинку, але де потрібна мобільність стопи та захищеність від води. Такі протези містять механічні, та інколи електронні компоненти, тому рухливість такого протезу максимальна [4-5].

Серед людей, які професійно займаються плаванням поширені ластоподібні протези, які імітують втрачену кінцівку та надають їй форми ласт. Основні частини протезів, які надають функції плавання, мають гумовий шар для більшої гнучкості у пересуванні (рис. 2). У частині випадків вони не виконують інших функцій, окрім допомоги у плаванні, але є і такі, з якими можна встати на ноги та пройти деяку відстань.



а б в

Рис. 2 Ластоподібні протези для активного плавання
а – протез типу «ласти» нижче коліна; б – 3D-друкований протез нижньої кінцівки з ластом Triton Dynamics; в – протез типу «ласти» верхньої кінцівки

Спеціалізовані протези для плавання виготовляють з корозостійких матеріалів. Але після кожного плавання у басейні, річці чи морі протез потрібно промити чистою водою і просушити. Це потрібно для уникнення корозії та накопичення солей. Також обов'язковим правилом є те, що кукса повинна бути сухою перед одяганням протеза. Важливо знати межі навантаження, адже деякі моделі водних протезів не розраховані на звичайне переміщення по рівних чи нерівних поверхнях.

Замість спроб адаптувати звичайний протез для прийняття душу, важливо мати окремий вологостійкий протез. Оскільки повсякденні моделі не розраховані на повне занурення у воду, адже зроблені з металевих елементів та механізмів, які піддяються корозії. А сучасні біонічні протези взагалі мають електричні компоненти, що абсолютно не поєднується з водою. Хоча сучасна біомедична інженерія націлена на впровадження вологостійкості для повсякденних біонічних протезів. Одним з прикладів є Esper Hand та Esper Hand 2 від Esper Bionics. Перша модель біонічних протезів верхньої кінцівки розрахована на невеликі бризки від води (наприклад, дощ). А друга модель вже витримує пряме

попадання під стумінь води, що дозволяє без проблем приймати душ та займатись побутовими справами. Але вона все одно не розрахована на плавання [6].

Таким чином, вибір конкретного типу протеза для плавання залежить від активності користувача та його потреб. Є прості монолітні конструкції для простої гігієни, є високотехнологічні пристрої для професійного спорту. Використання водостійких матеріалів забезпечує не лише мобільність у водному середовищі, а й є важливим фактором підтримки гігієни кукси, запобігаючи інфікуванню та подразненню шкіри при регулярному контакті з водою.

При розробці протезів для плавання залишаються, як інженерні та медичні суперечності, які наразі намагаються вирішити біомедичні інженери:

- протези створюють значний турбулентний опір, при русі у воді, не мають властивості адоптувати свою форму до руху. Створюється асиметрія для тіла, що перезавантажує здорову частину тулуба;
- взаємодія електроніки з вологістю. Вода проникає під корпус протезів, створює замикання чи спотворює сигнали;
- взаємодія біологічний тканин з хлором, вологістю. Під впливом вологи тканини розбухають, змінюються їх об'єм і текстуру. В наслідок чого, жорсткі кріплення протезів можуть тиснути на людину;
- взаємодія медичних силіконів та пластиків з хлором. Матеріали поступово стають крихкими і, навіть, можуть виділяти токсичні речовини в пори шкіри людини. Ця проблема вимагає пошуку інертних полімерів, які не будуть вступати в реакцію з активним хлором.

Перелік посилань

1. Чи можна митися з протезом [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://health-ukraine.com.ua/uk/mozhno-li-mitsa-s-protezom.
2. Протез гомілки для купання [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://tellus.od.ua/product/tovar-golen-kypanie.
3. Swimming with a Prosthetic Leg: The Fin [Електронний відеоресурс] – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=hk3PLVxAO6c.
4. Рухомий протез гомілковостопного суглобу Activankle [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.rampro.net.
5. Протез стопи з рухомим елементом гомілковостопного суглобу Freestyle Swim [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ottobock.com/en-us/product/LP2-W2-61132.
6. Протез руки Esper Hand [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.esperbionics.com/esper-hand.

СТВОРЕННЯ ПРОТОТИПУ ДЕТАЛІ МЕТОДОМ 3D-СКАНУВАННЯ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка

Гладчук Тимур Дмитрович, 8-Б клас Слобожанського ліцею ССР
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Ротт Наталія Олександрівна**

Сучасний розвиток інженерії та машинобудування нерозривно пов'язаний із впровадженням цифрових технологій. Однією з ключових технологій є створення цифрових двійників – точних віртуальних копій реальних об'єктів. Вони широко застосовуються у виробництві, ремонті, реверс-інжинірингу та проєктуванні деталей, особливо у випадках, коли відсутня конструкторська документація.

Мета роботи – дослідити процес створення цифрового двійника шестерні методом 3D-сканування та оцінити точність отриманої моделі для подальшого використання у моделюванні та виготовленні.

Цифровий двійник – це цифрова копія фізичного об'єкта, яка відтворює його геометричні, фізичні та функціональні характеристики. Основою створення такого двійника є технологія 3D-сканування, що дозволяє отримати точні геометричні дані у вигляді хмари точок. На основі цих даних будується тривимірна модель.

У роботі було використано 3D-сканер EinScan Pro HD та програмне забезпечення EXScan Pro. Даний сканер забезпечує високу точність і деталізацію об'єктів складної форми, що робить його ефективним інструментом для задач реверс-інжинірингу.



Рис. 1 Загальний вигляд 3D-сканера EinScan Pro HD

Процес створення цифрового двійника складався з кількох етапів. Спочатку було виконано підготовку деталі – шестерні – до сканування. Це включало очищення поверхні та забезпечення умов для якісного зчитування геометрії.

Далі проводилось багатопрохідне 3D-сканування, що дозволило зафіксувати деталь з різних ракурсів.

Результатом сканування стала хмара точок – набір координат, які описують поверхню об’єкта. Наступним етапом була обробка цих даних: видалення шумів, вирівнювання фрагментів та їх об’єднання. Після цього було побудовано трикутну сітку (mesh), яка є основою для створення повноцінної 3D-моделі.

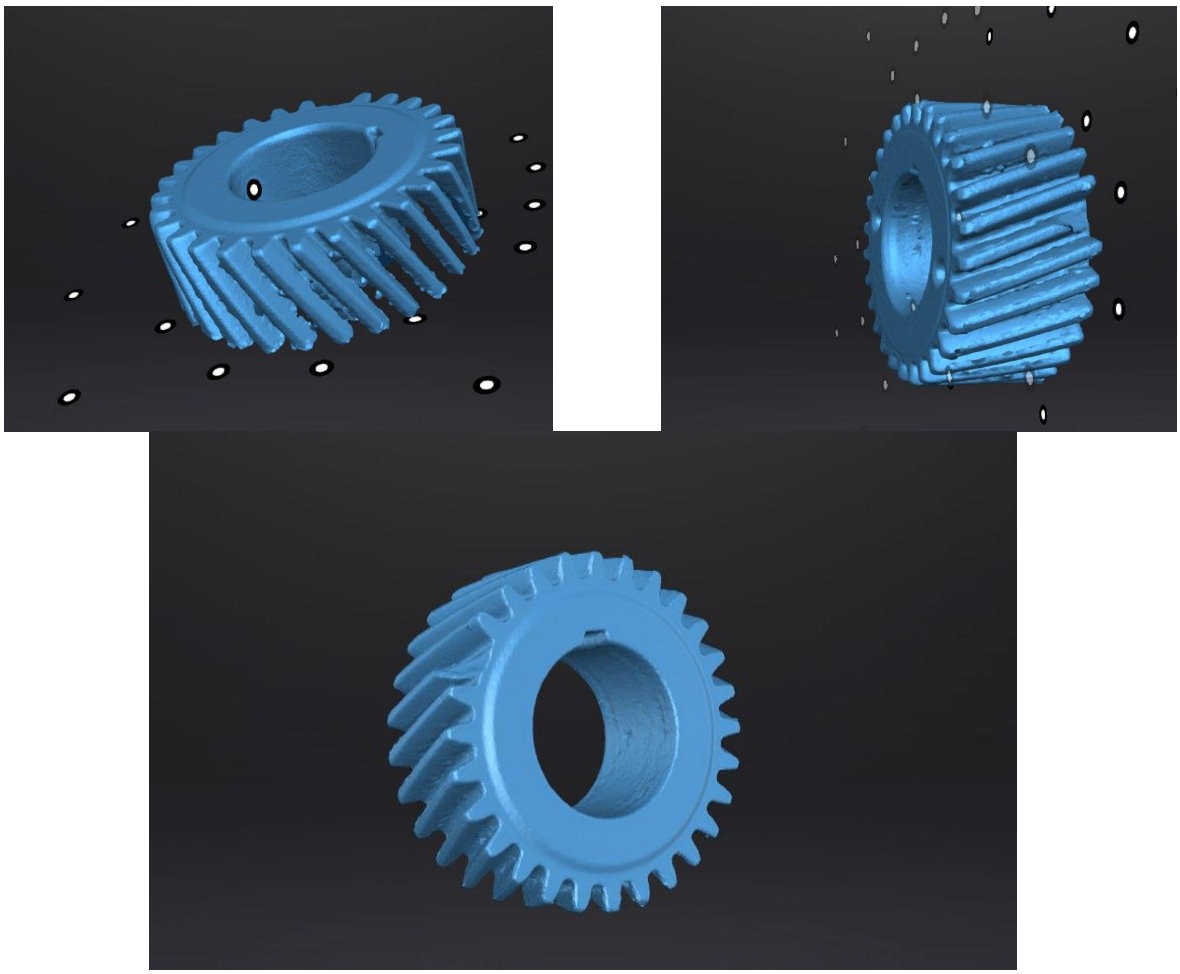


Рис. 2 Етапи створення повноцінної 3D-моделі

Для оцінки точності цифрового двійника було проведено порівняння геометричних параметрів реальної шестерні та отриманої моделі. Вимірювались основні характеристики: діаметр, товщина, форма зубців. Максимальна похибка склала до 0,04 мм, що відповідає технічним характеристикам використаного обладнання.

Отримані результати підтверджують високу точність 3D-сканування та можливість використання цифрових моделей у практичних задачах. Така точність є достатньою для виготовлення деталей методами 3D-друку або механічної обробки.

Практичне значення роботи полягає у широких можливостях застосування цифрового двійника. По-перше, він може бути використаний для виготовлення копій деталей, що особливо актуально при ремонті обладнання. По-

друге, отримана модель може слугувати основою для створення параметричної CAD-моделі. По-третє, цифровий двійник дозволяє аналізувати знос та дефекти шляхом порівняння з еталонною геометрією. Крім того, результати роботи можуть бути використані в навчальному процесі для демонстрації сучасних технологій цифрової інженерії.

Таким чином, 3D-сканування є ефективним інструментом для створення цифрових двійників деталей складної форми. Воно забезпечує високу точність, швидкість отримання даних та широкі можливості подальшого використання моделей у виробництві та інженерній практиці.

Висновки

1. Технологія 3D-сканування дозволяє ефективно створювати цифрові двійники деталей складної форми.
2. Використання сканера EinScan Pro HD забезпечує високу точність (до 0,04 мм).
3. Отримані моделі можуть застосовуватись у реверс-інжинірингу, CAD-моделюванні та виготовленні деталей.
4. Цифрові двійники мають значний потенціал для використання у промисловості та освіті.

Перелік посилань:

1. Gibson I., Rosen D., Stucker B. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing. 3rd ed. New York : Springer, 2021. 675 p.
2. EinScan Pro HD Technical Specifications. SHINING 3D. URL: https://www.shining3d.com (дата звернення: 28.04.2026).
3. EXScan Pro User Manual. Hangzhou Shining 3D Technology Co., Ltd., 2023. 85 p.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТА ЗНОШУВАННЯ ЗУБНИХ ІМПЛАНТАТІВ ІЗ ТИТАНУ ТА ЦИРКОНІЮ

НТУ« Дніпропетровська політехніка»

Заморена Ніна Вікторівна, група 163-23-1
***Науковий керівник:* д.філ, доц. Слупська Юлія Сергіївна**

Активне впровадження дентальних імплантаційних систем пов'язане з низкою технологічних та клінічних факторів, які потребують високої надійності матеріалів. Особливого значення набуває оцінка поведінки імплантатів при короткочасних перевантаженнях, асиметричних оклюзійних контактах, а також при взаємодії з твердими харчовими структурами, що можуть спричиняти локальні пікові напруження. У роботі виконано порівняльний аналіз порівняльний аналіз міцнісних характеристик імплантатів, виготовлених із титанових сплавів і цирконію, з урахуванням варіацій прикладених навантажень.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення довговічності імплантаційних конструкцій в умовах складного напруженого стану, що виникає під час функціонування зубощелепної системи.

Метою дослідження є порівняльна оцінка напружено-деформованого стану та зносостійкості зубних імплантатів із титану та цирконію для визначення їх механічної надійності в умовах експлуатаційних навантажень.

Об'єктом дослідження є два поширені в дентальній імплантології матеріали: титановий сплав Ti-6Al-4V ELI та діоксид цирконію (ZrO_2). Титановий сплав характеризується високою втомною міцністю та зносостійкістю, тоді як діоксид цирконію вирізняється високими показниками біосумісності з тканинами організму.

Для кількісної оцінки впливу експлуатаційних навантажень на втомну довговічність зубних імплантатів з цирконію і титану побудовано діаграми граничних напружених станів у координатах «амплітудне напруження – середнє напруження». Зазначені залежності використовуються як інструмент формалізованого аналізу втомної міцності за умов несиметричного циклу навантаження, характерного для інтенсивного жувального процесу [1].

Діаграми побудовано на основі апроксимованих експериментальних даних та результатів сучасних досліджень.

Параметри амплітудних напружень, використані при розрахунках і побудові відповідних залежностей, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 Значення амплітудного напруження для побудови діаграм напружень

Середнє напруження σ_m (МПа)	Амплітудне напруження ZrO_2 σ_a (МПа)	Амплітудне напруження Ti-6Al-4V ELI σ_a (МПа)
2	300	500
4	290	480
6	270	450
8	240	420
10	200	390
12	150	350

Рисунок 1 демонструє графічні залежності, отримані для матеріалів на основі цирконію та титану. Характер наведених залежностей свідчить про обернену взаємозалежність між середнім рівнем напружень і гранично допустимою їх змінною складовою: зі зростанням статичної компоненти навантаження спостерігається зменшення допустимої амплітуди напружень. Така поведінка відповідає узагальненим моделям оцінювання втомної витривалості матеріалів, сформульованим у межах класичних емпіричних критеріїв. Зокрема, отримані залежності узгоджуються з критеріями Гудмана та Содерберга, що використовуються для оцінювання втомної міцності матеріалів [1,2].

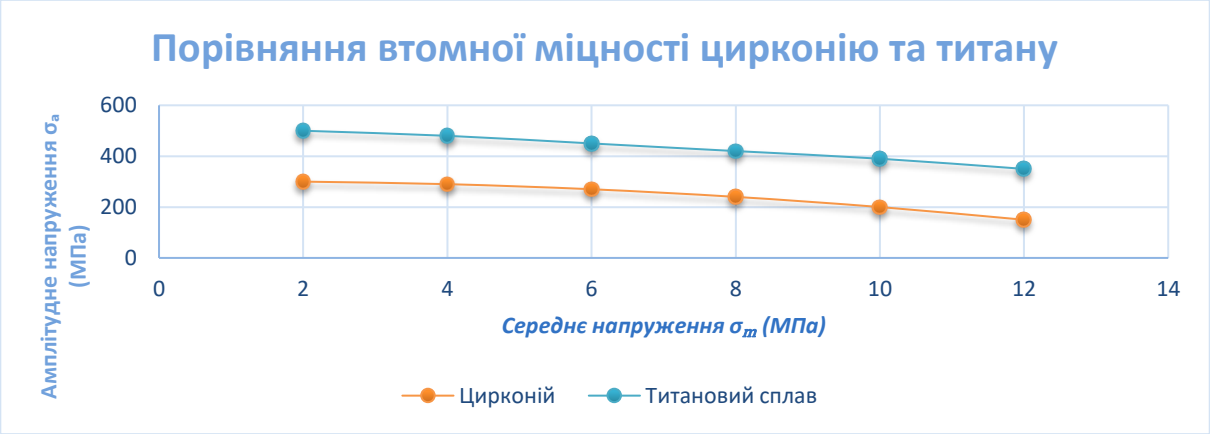


Рис. 1 Порівняння втомної міцності цирконієвих та титанових імплантатів

Результати одержаних діаграм напружень вказують на підвищений рівень втомної витривалості титанових сплавів порівняно з цирконієм за ідентичних умов циклічного навантаження. Отримані результати підтверджують доцільність застосування переважну доцільність застосування титанових імплантаційних систем у ділянках із підвищеним механічним навантаженням, тоді як цирконієві конструкції є пріоритетними в зонах із нижчим рівнем навантаження, де додаткового значення набувають естетичні вимоги, наприклад у фронтальній ділянці (різці, ікла, інколи премоляри).

Для кількісної характеристики міцнісної надійності досліджуваних матеріалів розглянуто коефіцієнти запасу міцності за різних типів навантаження. У таблиці 2 подано відповідні значення для статичної та втомної міцності в межах п'яти найчастіших сценаріїв навантаження.

Таблиця 2 Коефіцієнти запасу міцності при різних типах навантаження

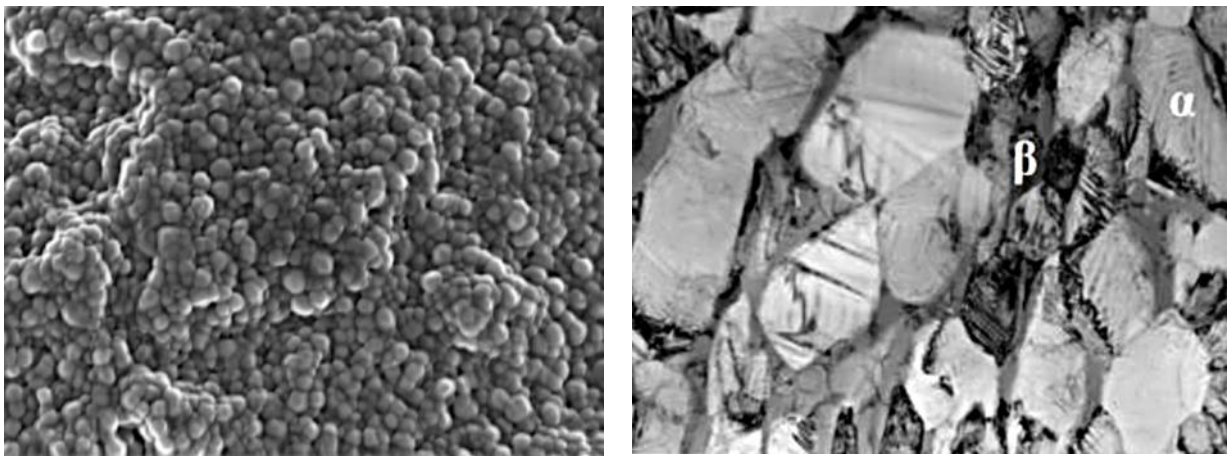
Тип навантаження	Цирконій (ZrO_2)	Титановий сплав (Ti-6Al-4V ELI)
Симетричний цикл	4,2	6,8
Несиметричний цикл	6,5	9,3
Концентрація напружень (K = 2.5)	4,2	6,8
Пікове статичне навантаження	4,5	6,2
Складне навантаження (згин + кручення)	3,3	**5,7**

Аналіз даних, наведених у таблиці 2, свідчить про стабільно вищі значення коефіцієнтів запасу міцності для титанового сплаву Ti-6Al-4V ELI порівняно з цирконієм (ZrO_2) за всіма розглянутими типами навантаження. Найбільш помітна перевага спостерігається при несиметричному циклічному навантаженні (9,3 проти 6,5), що вказує на кращу втомну витривалість титану в умовах, наближених до реальної експлуатації.

За умов концентрації напружень і симетричного циклу значення коефіцієнтів запасу для обох матеріалів є близькими, однак титановий сплав зберігає вищий рівень міцності (6,8 проти 4,2). При дії пікового статичного навантаження різниця між матеріалами також є помірною (6,2 проти 4,5), що свідчить про достатню статичну міцність обох матеріалів.

В умовах складного навантаження (згин + кручення) титановий сплав демонструє вищу стійкість (5,7 проти 3,3), що підтверджує його кращу придатність до роботи в умовах комбінованих механічних впливів. Загалом отримані результати вказують на перевагу титанових сплавів у контексті механічної надійності, тоді як цирконій забезпечує прийнятний рівень міцності за менш інтенсивних навантажень.

Для поглибленої інтерпретації отриманих результатів доцільно розглянути мікроструктурні особливості досліджуваних матеріалів, які визначають механізми їх деформування та руйнування, що наведені на рисунку 2.



а *б*

Рис. 2 Початкова мікроструктура імплантата: а – з цирконію (ZrO_2) (зображення https://lnk.ua/GkEkb70VV); б – титанового сплаву (зображення https://lnk.ua/5tCPIvnxd)

Мікроструктурний огляд початкових структур (рис. а – цирконій, б – титановий сплав) узгоджується з результатами оцінювання напруженого стану та коефіцієнтів запасу міцності. Для цирконію характерна дрібнозерниста структура з вираженими межами зерен, що виступають концентраторами напружень і зонами зародження мікротріщин. Це відповідає швидшому зниженню допустимої амплітуди напружень і нижчим показникам втомної міцності, зокрема при несиметричному циклі навантаження (6,5) та складному навантаженні (3,3). Титановий сплав, завдяки двофазній структурі, проявляє здатність до пластичної деформації та часткового перерозподілу напружень, що корелює з вищими значеннями коефіцієнтів запасу міцності – наприклад, при несиметричному циклі (9,3) та комбінованому навантаженні (5,7), – і, відповідно, більшою втомною витривалістю [3].

Аналіз результатів. Порівняльний аналіз напружено-деформованого стану імплантатів із титану Ti-6Al-4V ELI та цирконію (ZrO_2) показав закономірне зниження допустимих амплітудних напружень зі зростанням середнього навантаження (σm = 2–12 МПа): для (ZrO_2) – з 300 до 150 МПа, для титану – з 500 до 350 МПа. Це відображає типовий для втомного руйнування обернений зв’язок між статичною та циклічною складовими навантаження.

Отримані діаграми свідчать про вищу втомну витривалість титанового сплаву, що проявляється у більших допустимих амплітудних напруженнях порівняно з цирконієм. Така різниця пояснюється структурними особливостями матеріалів: двофазна структура титану забезпечує кращий перерозподіл напружень, тоді як цирконій є більш чутливим до їх концентрації [4,5].

Таким чином, титанові імплантати демонструють вищу механічну надійність в умовах циклічних навантажень, характерних для жувального процесу, тоді як цирконієві конструкції доцільніші для менш навантажених ділянок.

Висновки.

1. Встановлено закономірне зниження допустимих амплітудних напружень зі зростанням середнього навантаження для обох матеріалів, що відповідає загальним закономірностям втомної поведінки.

2. Титановий сплав Ti-6Al-4V ELI демонструє вищу втомну витривалість порівняно з цирконієм (ZrO_2), що проявляється у більших граничних значеннях амплітудних напружень.

3. Аналіз коефіцієнтів запасу міцності підтвердив перевагу титану, особливо при несиметричному циклічному та складному навантаженні, характерному для клінічних умов.

4. Мікроструктурні особливості узгоджуються з отриманими результатами: двофазна структура титану сприяє перерозподілу напружень, тоді як цирконій є більш чутливим до їх концентрації.

5. Таким чином, титановий сплав Ti-6Al-4V ELI характеризується вищою механічною надійністю в умовах інтенсивного навантаження, тоді як ZrO_2 є доцільним для застосування у менш навантажених ділянках.

Перелік посилань

1. Підказки від стоматологів: Конструкція зубних імплантів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://surl.li/yxatao

2. Трощенко В. Т. Деформування та руйнування металів при малоцикловому навантаженні. Київ : Наукова думка, 1981. 343 с.

3. Матеріалознавство та стоматологічне обладнання. Навчально-методичний посібник до практичних занять з матеріалознавства для студентів 2-го курсу стоматологічного факультету. 2-е видання / С.Б. Костенко, П.А. Гасюк, А.І.Форос, А.Т. Кенюк, І.В.Пензелик– Ужгород: ПП «АУТДОР-ШАРК», 2019 – 143с.

4. Нідзельський, М. Я. Механізми адаптації до стоматологічних протезів / М. Я. Нідзельський. – Полтава : АСМІ, 2003. – 115 с.

5. Писаренко Г. С., Квітка О. Л., Уманський Е. С. Опір матеріалів : підручник / за ред. Г. С. Писаренка. Київ : Вища школа, 1993. 655 с.

НАНОСТРУКТУРОВАНІ ГІДРОФОБНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ САМООЧИЩУВАЛЬНОГО СКЛА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Івасенко Антон Сергійович, група 132-24-2
***Науковий керівник*: ст.викл. Науменко Олена Геннадіївна**

Проблема забруднення скляних поверхонь є актуальною як для цивільного будівництва, так і для промислового сектору. Традиційні методи очищення фасадів хмарочосів, сонячних панелей чи автомобільного скла потребують значних витрат води, хімічних реагентів та людських ресурсів. Розвиток нанотехнологій дозволив створити інтелектуальні матеріали з властивостями самоочищення.

Основою таких технологій є створення гідрофобних поверхонь, які імітують природні структури, зокрема «ефект лотоса», [1]. Використання наноструктурованих покриттів дозволяє не лише підтримувати чистоту скла, а й значно подовжує термін його експлуатації, захищаючи від корозії та абразивного зносу.

Самоочищувальне скло – це високотехнологічний виріб, поверхня якого модифікована наноструктурованим гідрофобним шаром для автоматичного видалення забруднень. Головне завдання такого виробу полягає у радикальному зниженні адгезії сторонніх часток, що критично важливо для фасадів хмарочосів, сонячних панелей та автомобільної оптики. Використання таких рішень дозволяє підтримувати високу світлопроникність скла без необхідності регулярного механічного очищення.

Принцип дії базується на управлінні поверхневою енергією матеріалу [2]. Завдяки нанорельєфу покриття, площа контакту між водою та склом мінімізується. Коли крапля води потрапляє на таку поверхню, вона не розтікається, а набуває сферичної форми. Під дією гравітації або повітряних потоків краплі легко скочуються, механічно захоплюючи («всмоктуючи») частинки пилу та бруду. Оскільки забруднення утримуються на вершинах наноструктур дуже слабко, воно легко виноситься водою, забезпечуючи ефект «самомиття». Це не лише зберігає естетичний вигляд, а й захищає скло від абразивного зносу та хімічного впливу навколишнього середовища.

Гідрофобні покриття класифікують за декількома ознаками, що визначають їх ефективність та вартість.

За величиною крайового кута змочування (θ):

Гідрофобні: $90° < \theta < 120°$. Забезпечують базовий водовідштовхувальний ефект.

Супергідрофобні: $\theta > 150°$. Характеризуються екстремально низьким гістерезисом кута змочування, що дозволяє краплям буквально відскакувати від поверхні [3].

За хімічною природою:

Органокремнієві сполуки (силоксани та силани). Створюють тонку полімерну щітку на поверхні. Найбільш поширені завдяки прозорості та простоті

нанесення.

Фторполімерні покриття. Мають найнижчу поверхневу енергію. Відштовхують не лише воду, а й жири (олеофобність).

Неорганічні нанокомпозити на основі SiO_2, TiO_2, ZnO. Забезпечують високу механічну твердість та стійкість до UV-випромінювання.

Функціонування наноструктурованих покриттів описується фізичною моделлю Кассі-Бакстера, згідно з якою повітря затримується у заглибленнях між наночастинками, створюючи «повітряну подушку». Це мінімізує площу контакту рідини з твердим тілом до <5%.

На рис.1 зображено залежність видимого кута змочування (θ^*) від ідеального кута (θ) при зміні шорсткості поверхні.

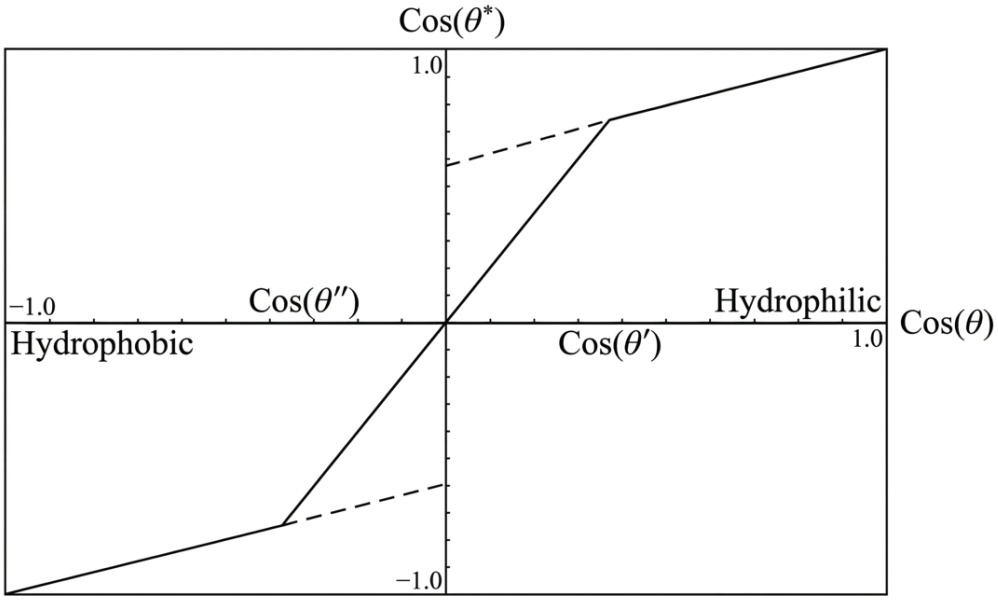


Рис.1 Графік змочуваності (перехід Венцеля та Кассі-Бакстера)

Суцільна лінія демонструє, як зі збільшенням шорсткості гідрофільні поверхні стають ще більш гідрофільними, а гідрофобні перетворюються на супергідрофобні. Пунктирні лінії позначають критичні переходи між станом повного змочування текстури (модель Венцеля) та станом утримання повітряних кишень (модель Кассі-Бакстера).

Головний висновок з рис.1: шорсткість не може нескінченно посилювати гідрофобність чи гідрофільність. При досягненні певних критичних значень (θ' або θ''), рідина або формує повітряні кишені (супергідрофобність), або ж повністю розтікається у вигляді плівки над рельєфом (супергідрофільність), переходячи в режим Кассі-Бакстера.

Застосування нанокомпозиту на основі діоксиду кремнію (SiO_2) та фторалкілсиланів є найбільш обґрунтованим з точки зору матеріалознавства. Вибір SiO_2 як матриці зумовлений його структурною ідентичністю зі скляним субстратом. Це забезпечує утворення міцних хімічних зв'язків Si-O-Si, що гарантує виняткову адгезію покриття та його стійкість до стирання. Крім того, наночастинки кремнію не порушують оптичну прозорість скла, оскільки їхній розмір

менший за довжину хвилі видимого світла.

Гідрофобні властивості складу визначаються фторованими молекулами, які створюють низькоенергетичний бар'єр на поверхні. Таке покриття відштовхує не тільки воду, а й органічні сполуки (жири), запобігаючи глибокому забрудненню. Створення ієрархічної шорсткості (мікро-нанорельєфу) дозволяє реалізувати режим Кассі-Бакстера, за якого крапля спирається на «повітряні подушки» у порах структури. Це забезпечує мінімальний кут нахилу для скочування води (менше 5°). Таким чином, обраний склад є оптимальним балансом між механічною міцністю, ідеальною прозорістю та високою ефективністю самоочищення в агресивних міських умовах.

В результаті зроблено висновок, що для того, щоб скло залишалося чистим, недостатньо просто зробити його гладким. Навпаки, потрібно створити на його поверхні особливий нанорельєф, який у поєднанні з правильним хімічним складом (фторсиланами) змушуватиме воду збиратися в краплі та скочуватися.

Головною перевагою обраного складу на основі діоксиду кремнію є те, що він «рідний» для скла. Це гарантує, що покриття не злізе через тиждень, а буде триматися міцно. При цьому скло залишається таким же прозорим, як і до обробки. Фізика процесу (перехід до стану Кассі-Бакстера) дозволяє досягти вражаючих результатів: крапля води працює як крихітний прибиральник, збираючи пил і бруд самостійно.

Впровадження такого скла – це не просто питання комфорту чи естетики. Це величезна економія ресурсів: води, часу та грошей на миття вікон у хмарочосах чи обслуговування сонячних станцій. Крім того, це крок назустріч екології, адже більше не потрібно використовувати тони хімічних миючих засобів, щоб підтримувати чистоту поверхонь.

Розвиток супергідрофобних поверхонь, поряд з новими уявленнями про механізми поведінки крапель та стратегіями маніпулювання краплями на цих поверхнях, має всі шанси розширити їхнє майбутнє застосування.

Перелік посилань

1. The “Lotus Effect” Explained: Two Reasons Why Two Length Scales of Roughness Are Not Necessary https://www.researchgate.net/publication/5410644_Beyond_the_Lotus_Effect_Roughness_Influences_on_Wetting_over_a_Wide_Surface-Energy_Range

2. Wu X., Chu F., Orejon D., Mouterde T. Superhydrophobic surfaces: Fundamentals, manufacture, and applications. *Applied Physics Letters*. 2024. Vol. 124. Art. 020401. DOI: https://doi.org/10.1063/5.0194235.

3. Zhang X., Shi F., Niu J., Jiang Y., Wang Z. Superhydrophobic surfaces: from structural control to functional application. *J. Mater. Chem.* 2008. Vol. 18. P. 621–633. DOI: https://doi.org/10.1039/b711226b.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЄМНОСТЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лісничий Михайло Євгенович, група 132-24-1
Гамецька Юлія Русланівна, група 132-24-1
***Науковий керівник:* Ротт Н.О. , к.т.н., доцент кафедри КТЕД**

На сьогодні ємності, що працюють під тиском, є невід'ємною частиною нафтопереробної, хімічної, харчової та енергетичної галузей. Для забезпечення їхньої тривалої і безпечної експлуатації в умовах навантажень і різних середовищ, при проектуванні, виборі матеріалу та виготовленні керуються міжнародними стандартами [1,2,3,4].

Мета дослідження полягає в проведенні комплексного порівняльного аналізу декількох марок сталей та композитних матеріалів для визначення оптимального матеріалу для виготовлення ємностей, що працюють під тиском, із використанням методу ФВА та CAE аналізу.

Для досягнення поставленої мети було застосовано комплексний підхід до методики дослідження, який включає три етапи:

1. Функціонально-вартісний аналіз (ФВА) виробу;
2. Розрахунок товщини стінок;
3. Аналіз напружено-деформованого стану ємності, методом скінченних елементів.

На першому етапі було проаналізовано п'ять варіантів матеріалу: сталі 09г2с, 16гс, 15хм, aisi 316l а також композити. У рамках дослідження, ємність розглядали як систему, що складається з окремих елементів конструкції (корпус, днища, патрубки, фланці), кожен з яких виконує конкретну функцію, що визначає вимоги до властивостей використовуваного матеріалу та оцінено ефективність відповідності конкретних марок сталі цим функціональним характеристикам.

Таблиця 1 Функцій матеріалу

Елемент конструкції ємності	**Функція**	**Опис функції**
Е0 – Обичайка	Ф0.1	Механічна міцність – витримування внутрішнього тиску
	Ф0.2	Корозійна стійкість до робочого середовища
Е1 – Днище	Ф1.1	Стійкість до деформацій при дії тиску та температури
	Ф1.2	Герметичність зварного з'єднання з обичайкою
Е2 – Патрубки	Ф2.1	Зварюваність для надійного з'єднання
	Ф2.2	Стійкість до точкового корозійного зносу

Е3 – Фланці	Ф3.1	Механічна жорсткість та відсутність деформацій при з'єднанні болтами
	Ф3.2	Хімічна інертність у місці контакту зі середовищем

Таблиця 2 Оцінка ефективності матеріалу

Матеріал	**Функція**	**Значимість, %**	**Вартість, %**	**Ефективність**
Сталь 09Г2С	Ф0, Ф1, Ф2	35	20	1.75
Сталь 16ГС	Ф0, Ф1	30	18	1.66
Сталь 15ХМ	Ф0, Ф1, Ф3	40	35	1.14
AISI 316L	Ф0–Ф3	50	65	0.77
COPV (композит)	Ф0, Ф2	45	70	0.64

За результатами ФВА 16ГС є технічно й економічно доцільним вибором для виготовлення судини, що працює під тиском, з урахуванням балансу функціональних вимог, стандартів безпеки та ресурсу експлуатації. Вона характеризується добрим поєднанням механічної міцності, технологічності обробки, зварюваності та помірної стійкості до корозії.

Після проведення розрахунків товщини стінок згідно нормативних документів ДСТУ EN 13445-3:2019 для ємності зі сталі 16ГС , внутрішнім тиском 1,6 МПа та зовнішнім діаметром 1200 мм отримаємо:

- циліндричний корпус: мінімальна товщина 3,9 мм
- випукле днище: мінімальна товщина 4,5 мм

З урахуванням технологічних припусків та стандартного запасу, рекомендована робоча товщина:

- корпус – 5 мм (з округленням до практичної товщини)
- днище – 6 мм

Для проведення аналізу напружено-деформованого стану в програмному середовищі Autodesk Inventor 2024 Створено 3D-модель циліндричної ємності, що працює під тиском.

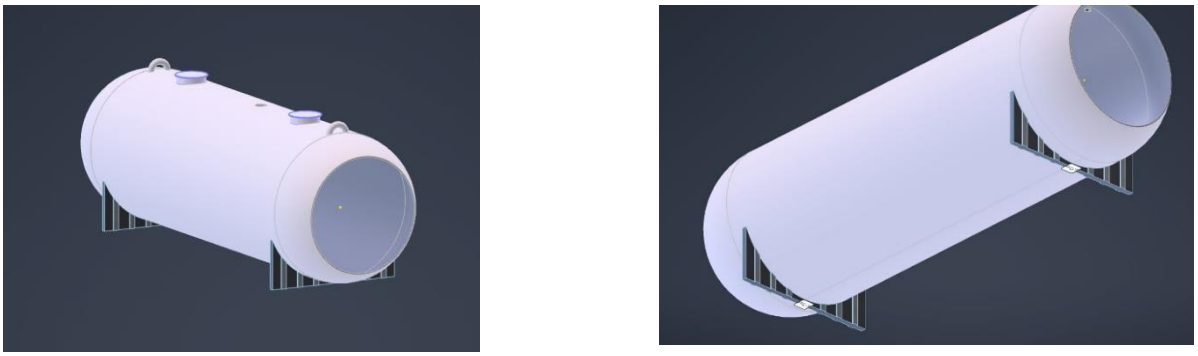
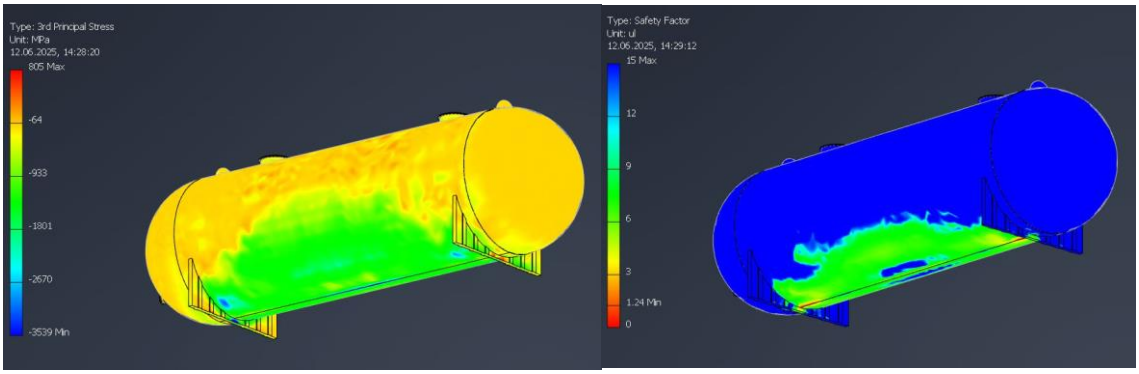


Рис. 1 Загальний вигляд моделі ємності

Далі було згенеровано полігональну сітку та призначено умови: фіксацію опор, тиск зсередини 2,1 МПа, а також обрання матеріалу сталь 16ГС. Та проведено розрахунок. Який показав, найбільші напруження зосереджуються в місцях в місцях патрубків і днищ з обичайкою (рис. 2.а) та коефіцієнт запасу міцності (рис. 2.б).



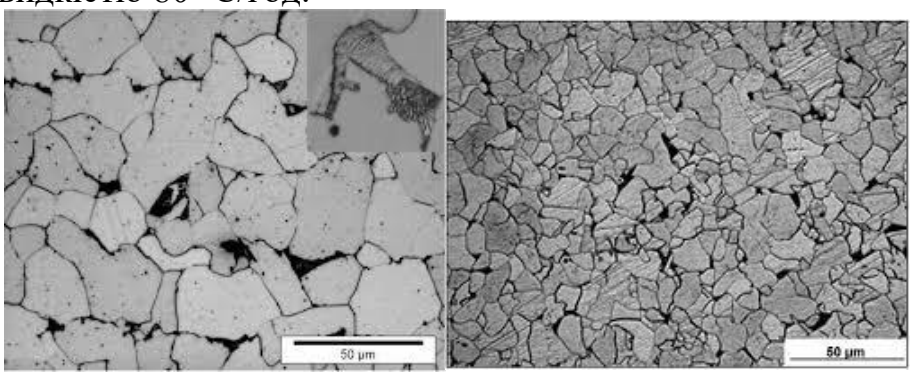
а б

Рис. 2 Напруження (а), коефіцієнт запасу міцності (б)

В результаті моделювання та після проведення аналізу методом скінченних елементів, отримано значення показників, які задовольняють вимогам ефективності та безпеки, під дією тиску 2,1 МПа. Коефіцієнт запасу міцності становить 1,24, що є допустимим згідно з нормами EN 13445.

Виробництво сталі 16ГС зазвичай передбачає такі етапи. Плавлення у конверторі або електропечі – із використанням шихти, до складу якої входять залізна руда, брухт та легуючі елементи. Розлив у злитки або безперервне лиття – формування заготовок. Прокатування у гарячому стані – отримання листового прокату або труб.

Для стабілізації структури проводять нормалізацію сталі: нагрів до температури 900 °С, витримка для рівномірного нагрівання 40-60 хв і охолодження на повітрі зі швидкістю 80 °С/год.



а б

Рис. 3 Мікроструктура сталі 16ГС до (а) та після нормалізації (б)

З рисунка 3а видно, що структура сталі 16ГС складається з феритоперлітного конгломерату з утворенням тонких пластинок перліту, що забезпечують міцність і пластичність.

У результаті нормалізації утворюються зерна фериту розміром 20-50 μм (рисунок 3б), що сприяє стійкості до тріщиноутворення.

Це уможливлює хорошу зварюваність без гарячих тріщин.

Таким чином, на основі вищезазначеного обґрунтовано, що сталь 16ГС є оптимальним матеріалом для виготовлення корпусу сосуду, що працює під тиском. Вона забезпечує достатній запас міцності та ударної стійкості, хорошу зварюваність, можливість використання стандартних методів контролю якості, зниження експлуатаційних ризиків, екологічну придатність до повторного використання.

Ці характеристики роблять сталь 16ГС конкурентоспроможною як з технічної, так і з економічної точки зору для застосування в сучасному промисловому обладнанні.

Перелік посилань:

1. ASME Boiler and Pressure Vessel Code. Section VIII – Division 1. Rules for Construction of Pressure Vessels. – New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2023. – 770 p.

2. EN 13445-3:2022. Unfired pressure vessels – Part 3: Design. – Brussels: European Committee for Standardization, 2022. – 312 p.

3. ДСТУ EN 13445-2:2019. Посудини, що не підігріваються вогнем. Частина 2: Матеріали. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 79 с.

4. Pressure Equipment Directive (PED) 2014/68/EU. – European Parliament and Council, 2014.

ОЦІНКА МЕХАНІЧНОЇ МІЦНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Міллер Артем Олексійович, група БІ-25-1
***Науковий керівник*: к.ф.-м.н., доц. Титаренко Валентина Василівна**

Механічна міцність кісткової тканини є однією з ключових характеристик, що визначає її функціональну надійність і здатність забезпечувати опорну, захисну та рухову функції організму. Кістка є складним природним композиційним матеріалом, який поєднує мінеральну фазу (гідроксиапатит) і органічну матрицю (переважно колаген). Така ієрархічна структура зумовлює високу міцність, жорсткість і одночасно достатню пластичність кісткової тканини, що дозволяє їй ефективно сприймати різні види механічних навантажень.

Оцінка границі міцності кістки має важливе значення для біомеханіки, медицини та інженерії біоматеріалів. Вона використовується для прогнозування ризику переломів, дослідження вікових і патологічних змін кісткової тканини, розробки імплантатів, а також для моделювання напружено-деформованого стану скелета. Крім того, визначення механічної міцності є необхідним при створенні чисельних моделей і при оцінці функціональної надійності біологічних структур.

Для визначення модуля Юнга методом вигину використовувалась експериментальна установка ФМ-19. У роботі досліджується кістка еліптичного перерізу розмірами L=11,4 см (довжина), b=0,8 см (товщина), a=0,85 см (ширина) (рис. 1).

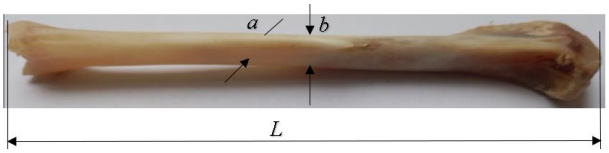


Рис. 1 Середня частина променевої кістки

Враховуючи зв'язок між стрілою прогину (y) і характеристиками пружності кістки, середнє експериментальне значення модуля Юнга кісткової тканини визначали за формулою:

$$E = \frac{L^3}{4ab^3} \cdot \mathrm{tg}\,\alpha, \qquad (1)$$

де α – кут нахилу залежності стріли прогину (y) від навантаження (F), яке викликає прогин кістки (рис. 2). Отриманий результат вимірювань, що склав 8,18 ГПа, є порівняним з наведеним у літературі (близько 10 ГПа).

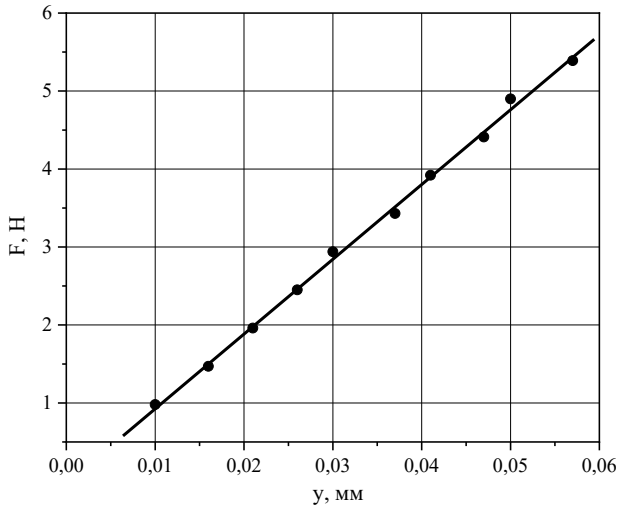


Рис. 2 Залежність стріли прогину від навантаження, яке викликає прогин кістки

Оскільки модуль Юнга відображає жорсткість матеріалу та його здатність чинити опір пружній деформації, між ним і граничними напруженнями існує кореляційний зв'язок, встановлений експериментально для біологічних тканин. У багатьох біомеханічних дослідженнях показано, що для кортикальної кістки границю міцності можна оцінити на основі визначеного модуля Юнга, використовуючи емпіричні коефіцієнти пропорційності [1-3].

Такий підхід дозволяє перейти від вимірювання пружних властивостей до прогнозування міцнісних характеристик за співвідношенням виду:

$$\sigma = kE, \qquad (2)$$

де E - модуль Юнга, а k - емпіричний коефіцієнт, що враховує тип навантаження (стиск, розтяг або згин) та структурні особливості кісткової тканини. Застосування цього методу є особливо доцільним у випадках, коли пряме визначення границі міцності є експериментально складним або руйнівним.

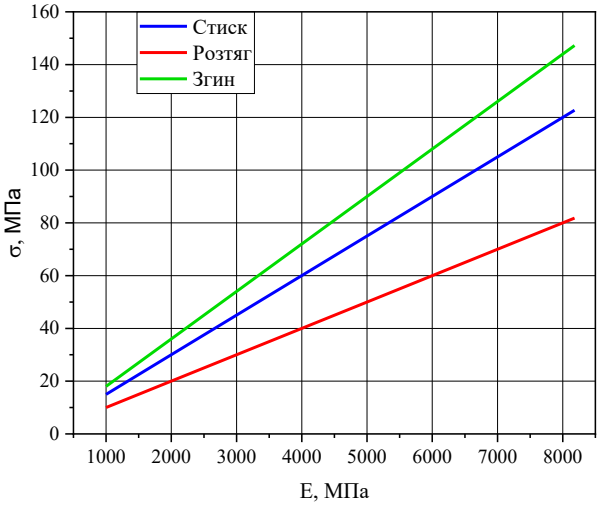


Рис. 3 Залежність границі міцності від модуля Юнга кістки

Результати розрахунків (рис. 3) показують, що збільшення модуля Юнга веде до збільшення границі міцності, що узгоджується з дослідженнями [1-3]. Отримане співвідношення $\sigma_{розтяг}<\sigma_{стиск}<\sigma_{згин}$ відповідає фізіологічним даним біомеханіки кортикальної кістки.

Якщо границя міцності визначає максимальне допустиме напруження, то критична деформація відображає межу зміни геометричних розмірів матеріалу, після якої його структурна цілісність порушується. З фізичної точки зору ця величина пов'язана з накопиченням мікропошкоджень у композитній структурі кістки, розвитком мікротріщин у мінеральній фазі та локальними розривами колагенових волокон.

У межах лінійно-пружної моделі, яка широко застосовується в біомеханіці для оцінки механічних характеристик кортикальної кістки, критичну деформацію можна визначити через співвідношення між напруженням і деформацією, що описується законом Гука. У такому випадку вона виражається через границю міцності та модуль Юнга:

$$\varepsilon_{кр} = \frac{\sigma}{E}. \qquad (3)$$

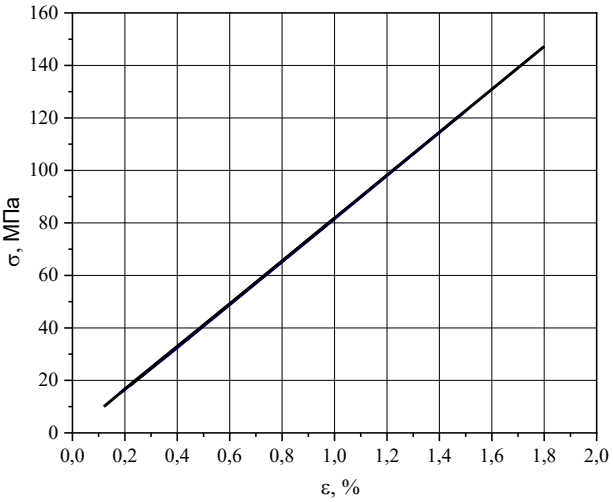


Рис. 4 Залежність границі міцності від критичної деформації кістки

Результати розрахунків (рис. 4) показують жорсткість кістки: при невеликій деформації 1–2 % кістка досягає своєї границі міцності. Значення критичної деформації відповідають типовій поведінці кортикальної кістки: найменша критична деформація характерна для розтягу (1%), більша - для стиску (1,5%), найбільша - для згину (1,8%).

Перелік посилань

[1] Fung Y.C. Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1993.

[2] Currey J.D. Bones: Structure and Mechanics. Princeton University Press, 2002.

[3] Jae-Young Rho, Richard B. Ashman, Charles H. Turner Young's Modulus of Trabecular and Cortical Bone Material: Ultrasonic and Microtensile Measurements. Journal of Biomechanics, 1993, Vol. 26, No. 2, pp. 111–119 https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90042-5

СУЧАСНИЙ СТАН ТА МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОСТРУКТУР У СИСТЕМАХ МЕДИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Нацвлішвілі Тенгіз Соломонович, група 132-23-3
***Науковий керівник:* Слупська Ю.С., PhD., доцент кафедри механічної та біомедичної інженерії**

Сучасна медицина активно переходить до концепції персоналізованого підходу до лікування та профілактики захворювань, що передбачає постійний контроль фізіологічних показників організму. У цьому контексті особливого значення набувають наноматеріали, які завдяки своїм унікальним фізико-хімічним властивостям дозволяють створювати високочутливі системи моніторингу стану здоров’я.

Мета роботи – проаналізувати сучасні підходи до розробки наноматеріалів для медичного моніторингу, визначити основні напрямки їх застосування та перспективи розвитку.

Наноструктури (1–100 нм) мають унікальні характеристики, зумовлені квантово-розмірними ефектами та високим співвідношенням площі поверхні до об'єму [1]. Це забезпечує надвисоку чутливість біосенсорів до мінімальних концентрацій біомаркерів [2].

Основними напрямами застосування наноматеріалів у моніторингу здоров’я є наступні:

Біосенсори – наноструктуровані матеріали (наночастинки золота, графен, вуглецеві нанотрубки) використовуються для створення сенсорів, здатних визначати концентрацію глюкози, гормонів, білків та інших біомаркерів у крові або інших біологічних рідинах. Такі сенсори відзначаються високою точністю та швидкістю аналізу.

Носимі пристрої (wearable devices) – інтеграція наноматеріалів у структуру гнучкої електроніки забезпечує розробку інтелектуальних сенсорних систем у вигляді пластирів та смарт-текстилю, які можуть у режимі реального часу відстежувати пульс, рівень кисню, температуру тіла та інші показники.

Нанопокриття для імплантатів – застосування наноматеріалів для створення біосумісних покриттів, які не тільки покращують інтеграцію імплантатів у тканини, але й можуть виконувати функцію сенсорів, сигналізуючи про запалення або інфекцію.

Діагностика захворювань – наноматеріали використовуються для раннього виявлення онкологічних, серцево-судинних та інфекційних захворювань. Наприклад, квантові точки та магнітні наночастинки дозволяють виявляти патологічні зміни на ранніх стадіях.

Системи доставки ліків із функцією контролю – наночастинки можуть не лише транспортувати лікарські засоби до уражених ділянок, але й одночасно відстежувати ефективність лікування, що відкриває можливості для «розумної терапії».

Особливу роль відіграє використання графену та інших двовимірних матеріалів, які мають високу електропровідність і чутливість до змін у навколишньому середовищі. Зокрема, значний інтерес викликають дихалькогеніди перехідних металів та максени (MXenes), які завдяки високій гідрофільності та металевій провідності дозволяють створювати надчутливі сенсори з рекордно низьким порогом детекції біомаркерів для медичної діагностики.

Водночас існують певні виклики у впровадженні наноматеріалів, зокрема питання біобезпеки, токсичності та довготривалого впливу на організм. Необхідні додаткові дослідження для оцінки їх безпечності та ефективності.

Використання наночастинок благородних металів дозволяє реалізувати оптичні методи детекції через ефект поверхневого плазмонного резонансу, що є критичним для експрес-діагностики [3]. Водночас, ключовим матеріалознавчим викликом залишається стабілізація наночастинок у полімерних матрицях для запобігання їх агломерації [4].

Висновки. Наноматеріали є перспективним напрямом розвитку сучасної медицини, особливо у сфері моніторингу стану здоров'я. Вони забезпечують високу точність, швидкість та можливість безперервного контролю фізіологічних показників. Інтеграція нанотехнологій у медичні системи відкриває нові можливості для ранньої діагностики захворювань і підвищення якості життя пацієнтів. Подальший розвиток цього напрямку сприятиме переходу до персоналізованої та превентивної медицини.

Перелік посилань

1. Уварова І. В. Наноматеріали медичного призначення : кол. монографія. Київ: Наукова думка, 2014. 416 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.materials.kiev.ua/science2.0/publications/edition.jsp?id=14

2. Боровий М. О. та ін. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої. Київ: Інтерсервіс, 2015. 350 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://gen.phys.knu.ua/files/nanomaterials_nanotech.pdf

3. Bodilovska D. S. Clinical Applications of Biosensors Based on Carbon Nanotubes. Electronics and Communications. 2013. Vol. 18. № 2. P. 53–62. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doi.org/10.20535/2312-1807.2013.18.2.181027

4. Umapathi K. et al. Smart patches for healthcare industry: a review. Biomedical Engineering Online. 2026. Vol. 25. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://doi.org/10.1186/s12938-025-01485-3

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Панченко Пилип Дмитрович, група БІ-25ск-1
***Науковий керівник*: к. т. н., доц. Панченко Сергій Павлович**

Загальна характеристика

Наноматеріали – це матеріали, структурні елементи яких мають розміри приблизно від 1 до 100 нм. Для їх вивчення застосовують спеціальні методи, що дозволяють досліджувати структуру, морфологію, хімічний склад та фізичні властивості на нанорівні.

Електронна мікроскопія

Електронна мікроскопія є одним з найважливіших методів дослідження наноматеріалів, оскільки дозволяє отримувати зображення з дуже високою роздільною здатністю.

Основні види:

TEM (трансмісійна електронна мікроскопія) – дозволяє досліджувати внутрішню структуру матеріалів та окремі наночастинки на атомному рівні.

SEM (скануюча електронна мікроскопія) – використовується для дослідження морфології поверхні матеріалу та розмірів наночастинок.

Рентгенівська дифракція (XRD)

Метод рентгенівської дифракції застосовується для дослідження кристалічної структури наноматеріалів.

Він дозволяє:

визначити фазовий склад матеріалу;

оцінити розміри кристалітів;

дослідити параметри кристалічної ґратки.

Такий метод широко використовується у фізиці твердого тіла та матеріалознавстві.

Спектроскопічні методи

Для дослідження наноматеріалів також використовують спектроскопічні методи.

Раманівська спектроскопія – використовується для дослідження структури матеріалів та наявності дефектів.

FTIR-спектроскопія – дозволяє визначати хімічні зв’язки та функціональні групи.

Ці методи допомагають визначити хімічний склад та молекулярну структуру наноматеріалів.

Атомно-силова мікроскопія (AFM)

Атомно-силова мікроскопія (Atomic Force Microscopy, AFM) – це метод дослідження поверхні матеріалів із надвисокою роздільною здатністю (до часток нанометра), який широко використовується в нанотехнологіях, фізиці твердого тіла, біології та матеріалознавстві.

AFM є універсальним і перспективним методом дослідження матеріалів на поверхні.

Метод дозволяє:
досліджувати взаємодію між атомами і поверхнею;
визначати нанорельєф поверхні;
вимірювати шорсткість поверхні;
досліджувати структуру поверхні;
досліджувати механічні, електричні та хімічні властивості матеріалів на наноріві.

Принцип роботи AFM. Робота атомно-силового мікроскопа базується на вимірюванні сил взаємодії між дуже гострим зондом і поверхнею зразка.

Основна перевага AFM полягає в тому, що дослідження можна проводити у повітрі, у вакуумі або навіть у рідкому середовищі, що робить метод універсальним.

Висновок

Методи дослідження наноматеріалів є основою розвитку нанотехнологій. Найбільш поширеними є електронна мікроскопія, рентгенівська дифракція, атомно-силова мікроскопія та спектроскопічні методи, які дозволяють детально досліджувати структуру та властивості матеріалів на нанорівні.

Перелік посилань

1. https://physics.lnu.edu.ua/course/strukturnyy-analiz-nanorozmirnykh-rechovyn-e6-nano
2. https://ela.kpi.ua/items/48ef4a3d-6150-405c-b35f-c5bd2bb54f4f
3. https://nasu-periodicals.org.ua/index.php/space/article/view/2168
4. https://clarity-project.info/tender/b35c10c47428433bb9a632f11927c56c?utm_source=chatgpt.com
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_force_microscopy
6. https://www.nanosurf.com/en/support/how-does-afm-work
7. https://afm.oxinst.com/outreach/how-does-an-afm-microscope-work
8. https://www.nanoandmore.com/eu/what-is-atomic-force-microscopy
9. https://www.parksystems.com/en/learning-center/how-afm-works
1. https://www.msuniv.ac.in/images/distanceeducation/learningmaterials/ugpg2023/JECH51-VSem-NanoScience.pdf

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ TiN ТА CrN ДЛЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Петришин Тимофій Дмитрович, група 132-24-2
***Науковий керівник*: ст.викл. Науменко Олена Геннадіївна**

Одним із найефективніших способів підвищення ефективності різального інструменту, покращення його характеристик є нанесення спеціальних захисних покриттів. Такі покриття дозволяють значно підвищити зносостійкість, зменшити коефіцієнт тертя, а також покращити термостійкість інструменту.

Серед великої кількості покриттів особливе місце займають нітриди металів, зокрема нітрид титану (TiN) та нітрид хрому (CrN). Вони широко застосовуються в промисловості завдяки поєднанню високої твердості, хімічної стійкості та відносної технологічності нанесення.

Метою даної роботи є проведення порівняльного аналізу фізико-механічних властивостей покриттів TiN та CrN, а також визначення їх ефективності при використанні на різальному інструменті.

Нітрид титану є одним із найпоширеніших захисних покриттів, яке використовується для підвищення довговічності інструментів. Таке покриття широко застосовується для свердел, фрез, різців та інших інструментів.

Нітрид хрому є більш сучасним покриттям, яке активно використовується як альтернатива TiN [1]. CrN часто застосовується при обробці нержавіючих сталей та сплавів.

TiN має дещо вищу твердість у порівнянні з CrN, що забезпечує йому кращу стійкість до механічного зносу при нормальних умовах. Однак CrN має більш збалансовані механічні характеристики [2], що дозволяє йому краще протистояти тріщиноутворенню.

Однією з ключових відмінностей є термостійкість. TiN починає втрачати свої властивості при високих температурах; CrN зберігає стабільність навіть при значному нагріванні. Це робить CrN більш придатним для високошвидкісної обробки.

TiN має нижчий коефіцієнт тертя, що сприяє зменшенню енергоспоживання при різанні. CrN, хоча й має трохи більший коефіцієнт тертя, забезпечує більш стабільну роботу в умовах перегріву [3].

TiN краще працює в умовах сухого тертя та при невисоких температурах. Його висока твердість забезпечує гарну стійкість до абразивного зношування. CrN демонструє кращі результати при наявності змінних навантажень та високих температур [4].

CrN має кращу адгезію до металевої основи, що зменшує ризик відшаровування покриття. TiN може втрачати адгезію при високих температурах або ударних навантаженнях.

CrN краще витримує пластичні деформації, що важливо при обробці твердих матеріалів. TiN більш крихкий, що може призводити до мікротріщин.

CrN значно перевершує TiN при високих температурах, що робить його більш ефективним при інтенсивному різанні. CrN ефективніший при роботі з нержавіючими сталями та сплавами, TiN краще підходить для обробки м'яких та середньої твердості матеріалів.

З точки зору економічної доцільності, нітрид титану TiN є більш фінансово доступним та поширеним матеріалом. Натомість нітрид хрому CrN характеризується вищою собівартістю, яка, однак, часто нівелюється в довгостроковій перспективі за рахунок його підвищеної зносостійкості та довшого терміну експлуатації.

У результаті проведеного аналізу можна зробити висновок, що покриття TiN та CrN мають як спільні, так і відмінні властивості, які визначають їх ефективність у різних умовах експлуатації [2,4].

TiN є більш універсальним і доступним покриттям, яке добре працює при стандартних умовах різання. Його висока твердість і низький коефіцієнт тертя роблять його хорошим вибором для більшості задач.

CrN, у свою чергу, демонструє кращі результати при високих температурах та складних умовах експлуатації. Його підвищена термостійкість і адгезія забезпечують довший термін служби інструменту.

Таким чином, вибір між TiN та CrN залежить від конкретних умов роботи інструменту. У багатьох випадках доцільно використовувати CrN для важких умов різання, тоді як TiN залишається ефективним і економічно вигідним рішенням для стандартних задач.

Перелік посилань

1. Berg G., Friedrich C., Broszeit E., Berger C. Development of chromium nitride coatings substituting titanium nitride. *Surface and Coatings Technology*. 1996. Vol. 86–87, Part 1. P. 184–191. DOI: https://doi.org/10.1016/S0257-8972(96)03042-3.

2. Cunha L., Andritschky M., Pischow K. et al. Performance of chromium nitride and titanium nitride coatings during plastic injection moulding. *Surface and Coatings Technology*. 2002. Vol. 153, iss. 2–3. P. 160–165. DOI: https://doi.org/10.1016/S0257-8972(01)01690-5.

3. Mo J. L., Zhu M. H. Tribological characterization of chromium nitride coating deposited by filtered cathodic vacuum arc. *Applied Surface Science*. 2009. Vol. 255, iss. 17. P. 7627–7634. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2009.04.040.

4. Tao H., Zhylinski V., Vereschaka A. et al. Comparison of the Mechanical Properties and Corrosion Resistance of the Cr-CrN, Ti-TiN, Zr-ZrN, and Mo-MoN Coatings. *Coatings*. 2023. Vol. 13, iss. 4. P. 750. DOI: https://doi.org/10.3390/coatings13040750.

БІОСУМІСНІ МАТЕРІАЛИ В МЕДИЦИНІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Пяткіна Злата Олександрівна, група 132-23-3
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Панченко Сергій Павлович**

Біосумісність розглядається не просто як відсутність відторгнення чи токсичності, а як здатність матеріалу викликати специфічну, заздалегідь запрограмовану клітинну відповідь для оптимізації процесів регенерації тканин. Еволюція медичних матеріалів поділяється на кілька поколінь: біоінертні, біоактивні, біорезорбтивні [1].

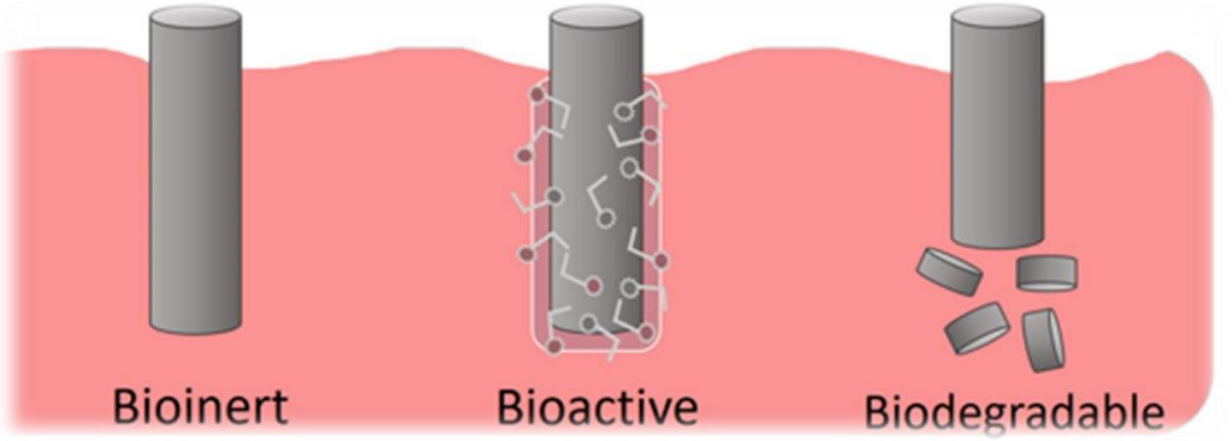


Рис. 1 – Еволюція поколінь біоматеріалів за типом взаємодії з біологічним середовищем (біоінертні, біоактивні, біорезорбтивні) [1]

Біоінертні матеріали – це матеріали, які практично не взаємодіють із біологічними тканинами організму, не викликають вираженої клітинної відповіді та не утворюють хімічного зв’язку з навколишнім середовищем, забезпечуючи стабільне функціонування імплантату.

Біоактивні матеріали – матеріали, які здатні утворювати безпосередньо біохімічні зв'язки з навколишніми тканинами живого організму. Саме ця здатність до утворення міцних хімічних зв'язків є основою сучасної реконструктивної хірургії та імплантології.

Біорезорбтивні матеріали – це матеріали, які після виконання своєї функції поступово розкладаються в організмі під дією біологічних процесів і виводяться або заміщуються природними тканинами без необхідності хірургічного видалення.

Сучасні біоматеріали поділяються за хімічною природою на кілька великих груп, кожна з яких має специфічні медичні завдання.

Біометали. Основу цієї групи складають сплави титану (наприклад, Ti-6Al-4V) та цирконію. Їхня висока біосумісність зумовлена явищем пасивації миттєвим утворенням на поверхні щільної термодинамічно стабільної оксидної плівки, яка надійно блокує вихід іонів металу в навколишні тканини, запобігаючи металозу.

Біокераміка та біоскло. Ці матеріали є остеокондуктивними, а за певних умов остеоіндуктивними. Керамічні скафолди на основі фосфатів кальцію є критично важливими для лікування значних кісткових дефектів. При контакті з фізіологічною рідиною на поверхні біоскла утворюється шар карбонат-гідроксиапатиту, що імітує мінеральну складову кістки та забезпечує активну адгезію остеобластів.

Полімери медичного призначення. Поділяються на природні (колаген, гіалуронова кислота, альгінат) та синтетичні (полілактид, полікапролактон).

Наноматеріали. Використання графену та його похідних популяризується завдяки унікальним фізико-хімічним властивостям, таким як велика площа поверхні, висока чистота. Наноматеріали на основі графену стали перспективними кандидатами на роль носіїв біоречовин [2].

Зазначимо, що існує потреба в розробці біорезорбуючих матеріалів, які могли б розкладатися в організмі без утворення токсичних продуктів. Новітні лікарські форми з контрольованим вивільненням діючих речовин можуть значно покращити лікування. Використання таких систем дозволяє доставляти антибіотики, цитостатики або фактори росту безпосередньо в зону ураження з контрольованою швидкістю, значно знижуючи системну токсичність [3].

При цьому основна концепція розвитку біоматеріалів в тканинній інженерії, повинна полягати не в заміні втраченого органу протезом, а у вирощуванні нової тканини. Для цього створюються тривимірні пористі скафолди, які виконують роль позаклітинного матриксу. На ці каркаси в біореакторах висіваються власні стовбурові клітини пацієнта. У цьому питанні важливим завданням є досягнення синхронної кінетики: швидкість деградації скафолду повинна суворо відповідати швидкості синтезу нової тканини клітинами. Занадто швидкий розпад полімеру призведе до втрати механічної міцності конструкції, а занадто повільний навпаки заблокує проростання нових кровоносних судин, що спричинить некроз регенерату.

Таким чином, перехід від концепції пасивного «заміщення» до активної «регенерації» через використання смарт-матеріалів є тим вектором, який у найближчі роки дозволить не просто маскувати анатомічні дефекти, а повністю відновлювати структуру та фізіологічну функцію пошкоджених органів.

Перелік посилань

1. Mahdi N. M. S., Hassan A. K., Al-Hasani F. J., Al-Jawher W. A. M. Classification Of Biomaterials and Their Applications. *Journal port Science Research*. 2024. Vol. 7, no. 3. P. 281–299.

2. Берладір Х. В., Говорун Т. П., Олешко О. М. Сучасні матеріали в медицині та тканинній інженерії : навчальний посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 142 с.

3. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Біоматеріалознавство» / уклад. Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». Харків : НТУ «ХПІ», 2023. 45 с.

ІНЖЕНЕРНІ ПІДХОДИ ДО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ДОВГИХ КІСТОК ЛЮДИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Романець Марія Романівна, група 132-23-3
***Науковий керівник*: к.т.н., доц. Панченко Сергій Павлович**

У сучасній травматології та ортопедії успішне лікування переломів довгих кісток вимагає відновлення їхньої несучої здатності за допомогою механічних фіксаторів (внутрішніх пластин і стрижнів або зовнішніх апаратів). Головний інженерний виклик – створення оптимального біомеханічного середовища, яке витримує складні фізіологічні навантаження, але допускає контрольовані мікрорухи, необхідні для формування кісткового мозоля. При цьому внутрішні системи потребують ретельного підбору матеріалів та геометрії для уникнення резорбції кістки через екранування напружень, тоді як зовнішні апарати дозволяють гнучко регулювати жорсткість шляхом зміни просторової конфігурації [1, 2].

Біомеханічна ефективність фіксації базується на виборі між абсолютною та відносною стабільністю. Абсолютна стабільність (наприклад, компресійні пластини) виключає мікрорухи та забезпечує первинне зрощення, проте створює критичну концентрацію напружень у кріпильних елементах, що вимагає розрахунків на втомну міцність [1]. Натомість відносна стабільність (інтрамедулярні стрижні, зовнішні апарати) допускає контрольовані мікродеформації, які слугують необхідним механічним стимулом для утворення кісткового мозоля.

Згідно із законом Вольфа, кістка потребує навантажень для правильного ремоделювання. Проте традиційні імплантати зі сталі ($E \approx 200$ ГПа) чи титану ($E \approx 110$ ГПа) є значно жорсткішими за кортикальну кістку ($E \approx 15 - 20$ ГПа). Через цю невідповідність фіксатор бере на себе все навантаження, викликаючи ефект екранування напружень та резорбцію кісткової тканини. Оптимальна ж конструкція має працювати в режимі розподілу навантаження, поступово передаючи зусилля на кістку по мірі її відновлення [1].

Для стабілізації переломів довгих кісток традиційно застосовують три основні типи інженерних рішень: накісткові пластини, інтрамедулярні стрижні та апарати зовнішньої фіксації [2].

Накісткові пластини незамінні для складних навколосуглобових переломів. З інженерної точки зору, накісткова пластина працює як позацентрово навантажена балка. Оскільки лінія навантаження не збігається з віссю пластини, у системі виникає згинальний момент. Відповідно до правила «натяжної стрічки», пластину встановлюють на розтягнутій поверхні кістки, щоб перетворити згин на компресію. Традиційні пластини фіксуються тертям, що порушує периостальне кровопостачання. Цей недолік усунуто в сучасних блокуючих компресійних пластинах (БКП), де голівка гвинта жорстко вкручується в саму пластину. Це створює кутову стабільність і дозволяє конструкції працювати без шкідливого притискання до кістки.

Головною інженерною проблемою є асиметричне змикання перелому через позацентрове прикладання навантаження в системі [3].

Інтрамедулярні стрижні (ІМС) є оптимальними для діафізарних переломів. Розміщуються безпосередньо в кістковомозковому каналі, завдяки чому їхня вісь збігається з нейтральною віссю кістки. Це мінімізує згинальні моменти порівняно з позацентрово навантаженими пластинами та забезпечує рівномірний розподіл навантаження. Для осьової та ротаційної стабільності використовують блокуючі гвинти. Завдяки циліндричній формі ІМС ефективно протидіє крутним моментам, де максимальні дотичні напруження описуються класичною формулою:

$$\tau = \frac{T \cdot r}{J} \quad (1)$$

де T – крутний момент, r – радіус зовнішнього волокна, а J – полярний момент інерції площі перерізу.

Головною інженерною вразливістю системи є зони отворів під гвинти – вони діють як концентратори напружень [1].

Апарати зовнішньої фіксації (АЗФ) ідеальні для багатоуламкових ушкоджень. Це просторові стрижневі системи, де навантаження від кістки передається на зовнішню раму через транскортикальні елементи (стрижні або спиці). Їхня біомеханічна перевага – можливість гнучкого керування загальною жорсткістю за допомогою кількох інженерних параметрів: відстань від кістки до штанги (збільшення плеча сили підвищує згинальний момент M на стрижень і знижує жорсткість системи), діаметр стрижнів d (осьовий момент інерції круглого перерізу становить $I = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$, жорсткість на згин зростає пропорційно d^4, навіть мінімальне потовщення стрижня кардинально підвищує стабільність), просторова конфігурація (збільшення кількості та рознесення стрижнів ефективно протидіє всім типам навантажень).

Головна вразливість АЗФ – високі контактні напруження в зоні «стрижень–кістка» через згин консолей, що загрожує мікроруйнуванням і розхитуванням конструкції. [2].

Оскільки інтегрований фіксатор утворює з кісткою нову композитну систему, для її проєктування застосовують метод скінченних елементів.

Метод скінченних елементів (МСЕ) є золотим стандартом для аналізу напружено-деформованого стану складних систем «кістка–імплантат», оскільки аналітичні розрахунки такої геометрії практично неможливі.

Шляхом дискретизації суцільного середовища на сітку елементів та задання точних граничних умов (фізіологічних навантажень) і фізико-механічних властивостей (ортотропна кістка та ізотропний метал імплантату), МСЕ дозволяє візуалізувати епюри напружень. Це дає змогу інженерам виявляти критичні зони концентрації напружень та оптимізувати фіксатор ще на етапі його проєктування.

Аналіз накісткових пластин за допомогою МСЕ демонструє, що циклічні навантаження створюють критичну концентрацію напружень на межі «гвинт–пластина» (у шийці гвинта), що є найчастішою причиною втомного руйнування

металоконструкції ще до повної консолідації перелому [3]. Кріпильні елементи ІМС у зонах отворів під гвинти зазнають критичних зрізувальних та згинальних зусиль, що вимагає точних розрахунків на міцність для запобігання їхньому втомному руйнуванню. Застосування МСЕ для АЗФ дозволяє оптимізувати раму ще до операції: від мінімізації мікрорухів на початковому етапі до подальшої керованого зниження жорсткості, щоб передати фізіологічне навантаження на кістковий мозоль.

Хоча метод скінченних елементів є базовим для аналізу цих конструкцій, поточні математичні моделі мають суттєві обмеження. Заради економії ресурсів живу ортотропну та в'язкопружну кістку часто ідеалізують як лінійно-пружний ізотропний матеріал. Крім того, моделям важко врахувати динамічну тягу м'язів, а реальне тертя на межі «імплантат–кістка» зазвичай спрощується до умови повного зчеплення [2, 3].

Майбутнє інженерії остеосинтезу базується на двох напрямках: топологічна оптимізація (створення фіксаторів зі змінною жорсткістю, максимально міцних у критичних вузлах і податливих там, де необхідна стимуляція мозоля) та інноваційні матеріали (використання сплавів із пам'яттю форми для постійної динамічної компресії за рахунок мартенситних перетворень, впровадження біокераміки та полімерних композитів). При цьому майбутні розрахункові моделі обов'язково повинні враховувати кінетику старіння цих матеріалів у корозійноактивному середовищі організму [1].

Висновок. Вибір оптимального методу остеосинтезу є постійним інженерним компромісом між абсолютною механічною надійністю фіксатора та необхідністю створення відносної стабільності (контрольованих мікродеформацій) для стимуляції регенерації кістки.

Кожна з існуючих систем має чіткі біомеханічні переваги та конструктивні вразливості, для подолання яких критично необхідним є застосування методу скінченних елементів, який дозволяє оптимізувати конструкції та мінімізувати екранування напружень ще на етапі передопераційного планування.

Перелік посилань

1. Design of internal fixation implants for fracture: A review [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/388367937_Design_of_internal_fixation_implants_for_fracture_A_review

2. Biomechanical Evaluation Method to Optimize External Fixator Configuration in Long Bone Fractures–Conceptual Model and Experimental Validation Using Pilot Study [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/18/8481

3. Finite Element Analysis of Mechanical Behavior in Human Femoral Bone: A Comparative Study of Homogeneous Isotropic and Heterogeneous Isotropic Material Model [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.techrxiv.org/doi/full/10.36227/techrxiv.175503031.16499687/v1

БІОНІЧНИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ АДАПТИВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Соколов Микита Олександрович, група МЗ-25ск-1
***Науковий керівник:* к.т.н. Мацюк Ірина Миколаївна**
К.т.н. Федоскіна Олена Валеріївна

Вже кілька десятків років у будівництві почали використовувати принципи біоніки, тобто впроваджувати інженерні рішення, натхненні навколишньою природою. Зараз застосування біонічних принципів у будівництві зосереджене на підвищенні міцності та економії матеріалу в споруді за рахунок форми каркаса будівлі та матеріалів, застосованих у будівництві. Але біоніка здатна вирішити ще ряд проблем, що виникають при будівництві, таких як: потреба у великому запасі міцності в споруді, що підвищує кількість необхідних матеріалів і, відповідно, габарити конструкції; потреба у періодичних оглядах та ремонті; складність зносу споруди. Ці проблеми здатен вирішити наступний проєкт (рис. 1).



Рисунок 1 - Гіпотетичний вигляд будівлі з адаптивним каркасом, що саморемонтується

Проєкт ґрунтується на декількох інженерних рішеннях, заснованих на принципах біоніки:

Основним матеріалом для такого каркасу буде пориста структура на кшталт скелета радіолярії. Радіолярії це одноклітинні організми, що виділяються тим, що формують скелети переважно з кремнієвих структур, таких як діоксид кремнію (SiO_2). Скелети радіолярій мають різні форми, але це завжди фрактальна, пориста структура, що у поєднанні з матеріалом скелета надає йому дуже високу міцність при дуже низькій вазі. Це вже дає першу перевагу адаптивного каркасу, а саме - економить матеріал і знижує вагу конструкції. Але, окрім цього, для роботи наступних систем потрібно, щоб через цю структуру мав змогу вільно переміщуватись гель, що потребує досить великих каналів у структурі; також він має бути немагнітним та корозієстійким, тому як матеріал пропонується титанова металопіна. А для запобігання витіканню гелю та про-

никненню до каркасу вологи та бруду, зовні він буде покритий невеликим шаром (декілька десятків мм) епоксидної смоли високої в'язкості (щоб вона не проникла глибоко у каркас) і обшитий вуглепластиком. Також важливою перевагою є можливість повторного використання частини матеріалів, а саме металопіни та вуглепластику, бо зв'язувальну епоксидну смолу можна видалити, не руйнуючи їх.

Адаптивність системи буде виражатися у тому, що пориста структура каркасу зсередини буде наповнена текучим гелем з металевим пилом та пронизана датчиками навантаження з потужними магнітами. Це потрібно для того, щоб підсилювати конструкцію у місцях раптових навантажень, таких як сильні пориви вітру, зіткнення з чимось тощо. Працюватиме це наступним чином: у місці раптового перевантаження конструкції датчики реагують на це і включають магніти таким чином, щоб гель з металом у каркасі зібрався у колони та ребра жорсткості у потрібних місцях. Метал не буде, як абразив, стирати пористу структуру за рахунок знаходження у гелі, який виступатиме у ролі мастила. Сам гель у пористій структурі також потрібен для збереження тепла. До того ж, пориста структура та гель забезпечать високу пружність конструкції, що допоможе при будівництві у сейсмоактивних регіонах.

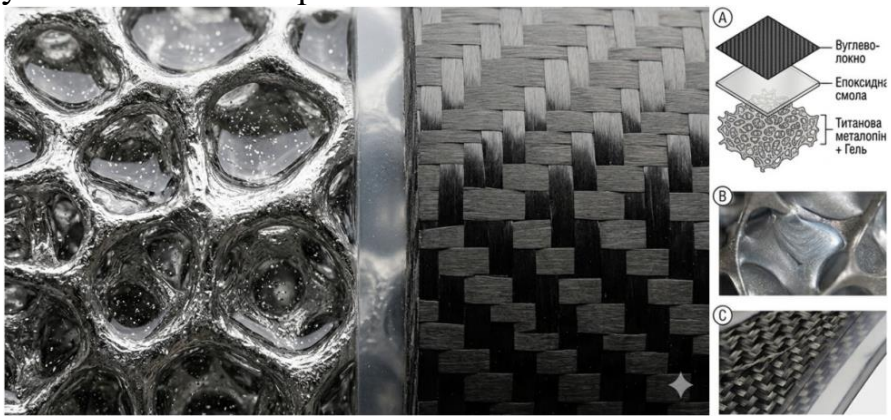


Рисунок 2 - Переріз матеріалу каркасу

Саморемонт буде реалізовано наступним чином: разом з системою датчиків з магнітами можна розмістити мережу поліетиленових труб і у технічних приміщеннях (якщо споруда висока, наприклад, хмарочос, такі приміщення повинні бути через кожні 3–4 поверхи, щоб забезпечити якомога швидшу подачу смоли) зробити насоси та резервуари з епоксидною смолою низької в'язкості. Працюватиме це так: у якомусь місці каркас протягом тривалого часу перевантажений або вже почав руйнуватися; датчики це фіксують і замість короткочасного підкріплення гелем з металом за допомогою магнітів звільняють це місце від гелю і накачують смолою, яка заповнює пористу структуру і твердішає, наприклад, за допомогою підкачки туди ж реагенту. На жаль, у цей сектор більше не поступатиме гель з металом, тому, якщо таких місць за роки експлуатації накопичиться багато, то попередня система перестане працювати. До речі, за схожим принципом працюють хрящі, зокрема й людські. В умовах дії односпрямованих навантажень в молекулярній структурі міжклітинної речовини формуються паралельно розташовані пучки колагенових волокон; вони можуть

займати до 70% об'єму міжклітинної речовини хряща. Ці волокна залишаються у хрящі назавжди і значно зміцнюють його структуру.



Рисунок 3 - Скелет радіолярії та колагенові волокна у хрящі

Щодо технічних характеристик, їхнього розгляду на прикладі 10-метрової колони з діаметром 1 метр. Залізобетонна колона з бетону марки С50, арматури А500 при армуванні колони на 5% (майже максимум для конструкцій такого типу); пропускаючи розрахунки, вона матиме 50–60 МПа на стиск. На розрив бетон має лише 3–4 МПа; в арматури значно вищий поріг на розрив, але її замало, щоб це враховувати, і важити колона буде приблизно 20 тонн. У нашому випадку при використанні металопіни з пористістю 70% її поріг на стиск буде приблизно 45 МПа, але зсередини її буде підтримувати тиск гелю, що не дасть піні згинатись і підвищить її поріг на стиск ще на приблизно 100 МПа (у монолітного титану поріг 900 МПа). Окрім цього, гель у піні буде знаходитись у замкненому об'ємі, стиснений шаром епоксидної смоли (шар у 50 мм дасть міцність на зсув приблизно 30–50 МПа) і шаром вуглепластику, що має поріг на розрив 1200–1500 МПа залежно від товщини (тут буде 10–15 мм). За рахунок цього гель буде знаходитись у тривісному напруженому стані, а з врахуванням гідростатичного ефекту це підвищить міцність колони на стиск ще на 200–300 МПа (це перевіряється за критерієм Мора-Кулона). Така колона буде важити приблизно 15 тонн. І що ми маємо: колона з запропонованих матеріалів буде мати міцність на стиск приблизно 350 МПа і важити на чверть менше за залізобетонний аналог.

Демонтаж таких споруд пропонується виконувати наступним чином: починаючи зверху донизу, поступово відрізати плазмовим різаком фрагменти каркасу, вивозити на об’єкти, де епоксидна смола буде або розчинена агресивними хімікатами, або випалена без шкоди для довкілля, а вуглепластик та титанова металопіна - очищені та використані повторно або перероблені.

Перелік посилань

1.https://www.researchgate.net/publication/329185404_Innovative_Multilayer_Polymer-glass_Composites_Reinforced_with_Metal-ceramic_Foam

2.Хоменко О.Г. Залізобетонні конструкції: навчальний електронний посібник. Глухів. 2017. – 208с.

ЛАЗЕРНО-СТИМУЛЬОВАНЕ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ НІКЕЛЕВИХ ПОКРИТТІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ткаченко Максим Юрійович, група 104-24-1
***Науковий керівник*: к.ф.-м.н., доц. Титаренко Валентина Василівна**

Останнім часом процес електроосадження, інтенсифікований лазерним випромінюванням з метою прискорення електрометалізації, привертає підвищену увагу у галузі металевих покриттів [1, 2]. У виробництві мікроелектронних пристроїв сучасні технології формування складних металізованих структур передбачають використання кількох технологічно складних етапів, зокрема виготовлення масок, фотолітографії тощо. Це ускладнює керування процесом і підвищує собівартість продукції. У зв'язку з цим розроблення методів лазерностимульованого електроосадження металевих покриттів є перспективним напрямом для швидкого селективного безмаскового формування плівок.

Метою роботи було визначення оптимальних умов локального лазерностимульованого електроосадження композиційних нікелевих покриттів, що містять включення наноалмазу.

Електроосадження композиційних нікелевих покриттів проводили на лазерно-електролітичній установці, схема якої наведена на рис. 1.

Дослідження показали, що основним фактором, який впливає на перенесення частинок наноалмазу у водному розчині електроліту, є градієнт потенціалу. Вплив температурного градієнта є суттєвим за умов локального нагріву приелектродної поверхні. Крім того при непружній взаємодії іони металу, а також комплекси, що утворились в результаті адсорбції іонів металу на поверхнях частинок наноалмазу, отримують прирощення швидкості у напрямку падаючого пучка лазерного випромінювання світла. Таким чином, енергію іонів металу, а також комплексів іон-наноалмаз, що розряджаються на катоді, можна представити у вигляді:

$$W_i = W_e^{Me^{2+}} + W_e^{Me^{2+}-HA} + W_T + \Delta W\,, \qquad (1)$$

де W_e – енергія електричного поля, W_T – теплова енергія, ΔW – додаткова енергія, пов'язана з дією лазерного випромінювання на іони металу і комплекси іон-наноалмаз в подвійному електричному шарі.

Більш інтенсивне проникнення частинок дисперсної фази у покриття, що формується в умовах стимуляції процесу електроосадження лазерним випромінюванням, обумовлене як присутністю температурного градієнту, так і передачею імпульсу квантами світла. Дія лазерного випромінювання у приповерхневій області катода, спрямована на збільшення швидкості електроосадження, дозволяє зняти гальмування стадії електрохімічного процесу - розряду іонів металу і сприяє збільшенню енергії іонів металу та комплексів іон-наноалмаз на 11,2 кДж/моль (0,116 еВ/іон). Тиск світла, пов'язаний з передачею імпульса $(1{,}7\div10)\cdot10^{-19}$ кг·м/с частинкам дисперсної фази розміром 40÷100 нм, складає ~10^{-4} Па.

З даних про стаціонарний радіальний розподіл температури прикатодної області в зоні лазерного опромінювання (рис. 2 (крива 1)) і енергії іонів металу та комплексів іон-ВНМ, що розряджаються, розрахунок якої був побудований на експериментальних даних катодних вольт-амперних залежностей, можна обчислити радіальний розподіл густини струму електроосадження КЕП:

$$j = j_0 \cdot \exp[\frac{W_i \cdot \Delta T(r)}{RT_0[T_0 + \Delta T(r)]}], \quad (2)$$

де j_0 - густина струму обміну, ΔT - зміна температури водного розчину електроліту, r - радіальна змінна.

На рис. 2 (крива 2) наведено радіальний профіль густини струму, з якого видно зниження густини струму від центру до краю зони лазерного опромінювання.

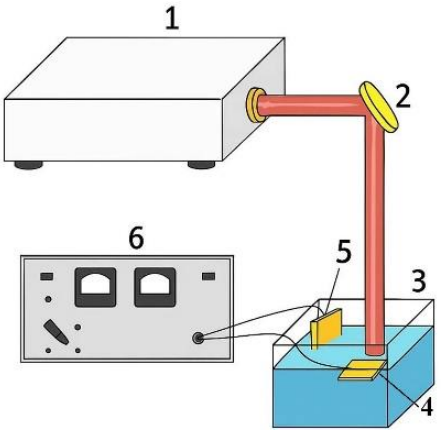


Рис. 1 Схема експериментальної установки: 1 – джерело випромінювання (газорозрядний CO_2-лазер: λ=10,6 мкм, P=25 Вт);
2 – поворотное зеркало;
3 – електролітична комірка; 4 – катод; 5 – анод; 6 – джерело постійного струму

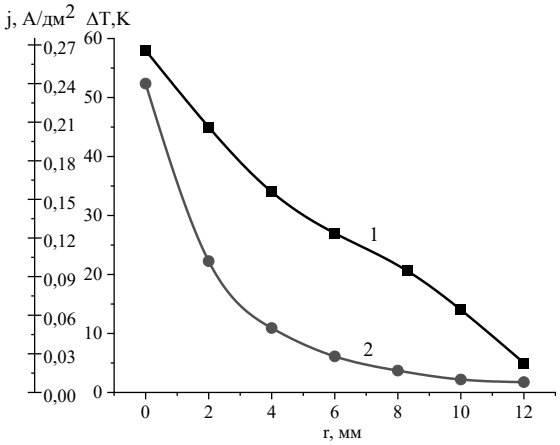


Рис. 2 Радіальний розподіл у області лазерного опромінювання температури (1) водного розчину електроліту і густини струму електроосадження (2)

Дослідження показали, що за значення катодного потенціалу E>-1,08 В електроосадження композиційних покриттів при вимкненому джерелі лазерного випромінювання візуально не спостерігається. При E<-1,22 В, що відповідає густині катодного струму 0,07 А/дм^2, при лазерному опроміненні спостерігається рівномірне покриття катодної поверхні шаром металевого композиційного покриття нікелю. Процес локального лазерно-стимульованого електроосадження композиційних покриттів нікелю на мідну основу найбільш доцільно проводити за значень катодного потенціалу -1,14…-1,22 В.

Товщина локального покриття (d) пропорційно залежить від густини струму та часу електроосадження:

$$d(r) = \frac{k}{\rho} j(r)\tau = \frac{A}{\rho F} j(r)\tau \,, \quad (3)$$

де k – електрохімічний еквівалент (k_{Ni}=0,30·10^{-6} кг/А·с), ρ – густина основного металу (ρ_{Ni} =8800 кг/м^3), A - атомная масса (A_{Ni}=58,71·10^{-3} кг/моль), τ – час осадження, F – стала Фарадея. Результати розрахунку товщини локального композиційного електролітичного покриття у залежності від радіальної змінної показано на рис. 3. На рис. 4 наведені фото локального композиційного нікелевого покриття у зоні опромінювання прикатодної області лазерним випромінюванням.

З експериментальних даних випливає, що середня швидкість локального лазерно-стимульованого осадження композиційних плівок в області лазерного опромінювання складає 3,3 мкм/год.

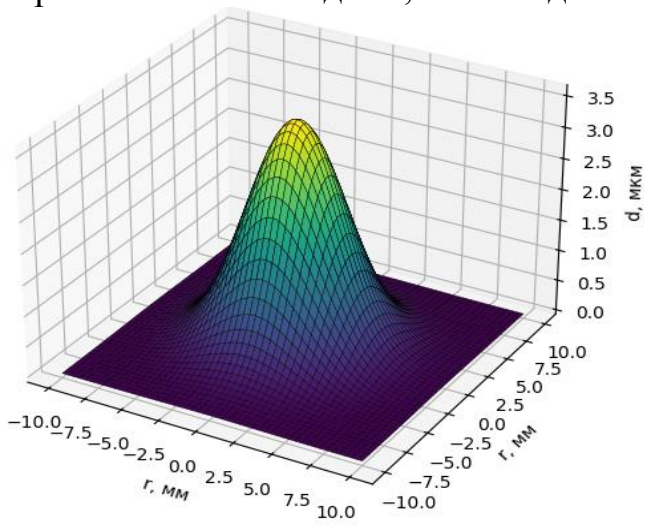


Рис. 3 Розподіл товщини локального композиційного нікелевого покриття у залежності від радіальної змінної

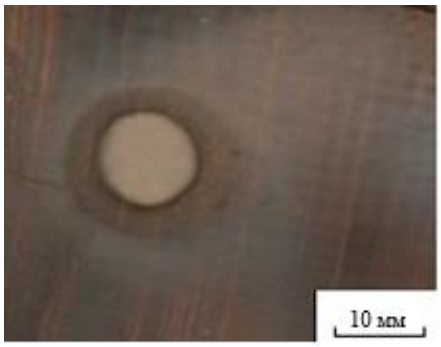


Рис. 4 Фото поверхні локального композиційного нікелевого покриття

Після технологічного опрацювання отримані результати можуть бути використані в безмасковых процесах локального гальванічного осадження композиційних електролітичних нікелевих покриттів для відновлення мікродефектів захисних шарів струмопровідних елементів друкованих плат. У галузі силової електроніки такі покриття можуть забезпечити підвищення механічної міцності шарів та стабільність контактів у вузлах, які зазнають циклічних навантажень.

Перелік посилань

[1] R. Bernasconi, D. Crimella, A. Gökhan Demir, B. Previtali, L. Magagnin. Laser-assisted electrodeposition of binary metallic alloys from water-based electrolytes: The case of palladium–platinum. Surface and Coatings Technology, 2024, Vol. 484, 130849 https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2024.130849

[2] R.K. Gupta, A. Singh, A. Singh, P. Ram Sankar, S.K. Sharma, P.K. Mukhopadhyay, P. Ganesh, R. Kaul, K. Bindra, B. Singh. Maskless copper electroplating on stainless steel using DPSS green laser. Surface Engineering, 2018, Vol. 34, pp. 446–453. https://doi.org/10.1080/02670844.2017.1396741

ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОФЕРМОВИХ СТРУКТУР У СУЧАСНИХ ОРТОПЕДИЧНИХ ІМПЛАНТАХ

Дніпровський державний медичний університет
НТУ «Дніпровська політехніка»

Зіборова Соф'я Кирилівна, група 8Б, факультет медицина
Старих Данило Миколайович, група БІ-25-1ММФ
***Науковий керівник*: ст. викладач Трофимова Олена Павлівна**

Ортопедичні імпланти постійно потребують свого удосконалення щодо їх надійності та довговічності. Оскільки суцільні металеві конструкції мають суттєві біомеханічні недоліки, сучасна біомедична інженерія розвиває інноваційне рішення цієї проблеми, яке базується на запозиченні принципів будівельної механіки та перенесенні їх на мікрорівень у вигляді мікрофермових структур [1]. Метою даної роботи є огляд застосування мікроферм у медичних імплантах.

При встановленні суцільного титанового імпланта, наприклад, зі сплаву Ti-6Al-4V, який у 4-7 разів жорсткіший за найміцнішу кістку людини, виникає явище екранування напружень, при якому жорсткий імплантат забирає на себе основне навантаження, знімаючи його з навколишньої кісткової тканини, що призводить до нестабільності імплантату [2]. Вирішенням цієї проблеми є рішення, коли з цього ж самого титану, який має модуль пружності близько 110 ГПа, друкують пористу мікроферму (в якій 70-80 % об'єму займає порожнеча) (рис. 1). Таким чином, загальна жорсткість імплантату знижується до 15-30 ГПа, це значення є співставним з показником жорсткості кортикальної кістки людини. Так, завдяки зміні конфігурації матеріалу, він починає поводитися як жива кістка.

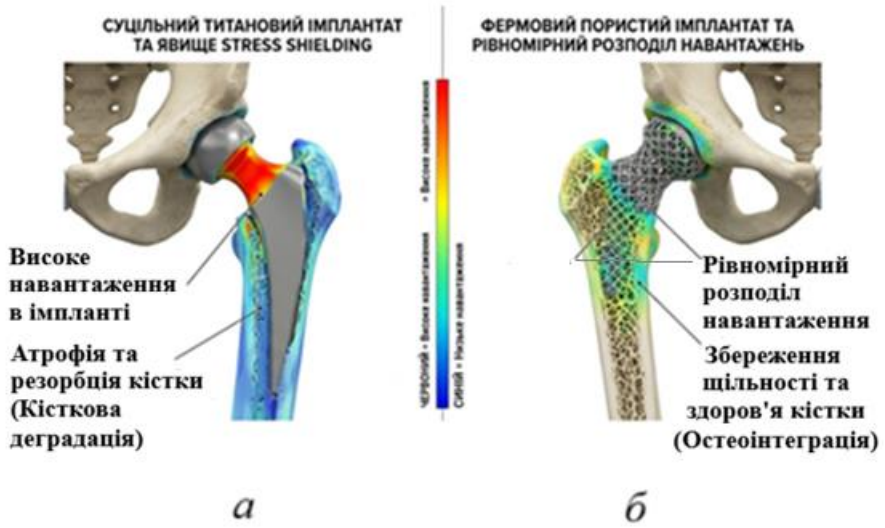


Рис. 1 Порівняння розподілу механічних навантажень та стану кісткової тканини: *а* – суцільний титановий імплант; *б* – фермовий імплант

Такі просторові системи копіюють природну архітектуру губчастої кістки людини [1]. Мікроферма – це тривимірна мережа, що складається зі з'єднаних

мікрострижнів товщиною всього 0,2-0,5 мм та вузлів (рис. 2). Найбільш ефективними для ортопедії вважаються наступні топології елементарної комірки: октаетрична, об'ємно-центрована кубічна. Змінюючи геометрію комірки та товщину балок, біоінженери можуть штучно знижувати загальний модуль пружності титанової деталі, повністю адаптуючи її до жорсткості живої кістки.

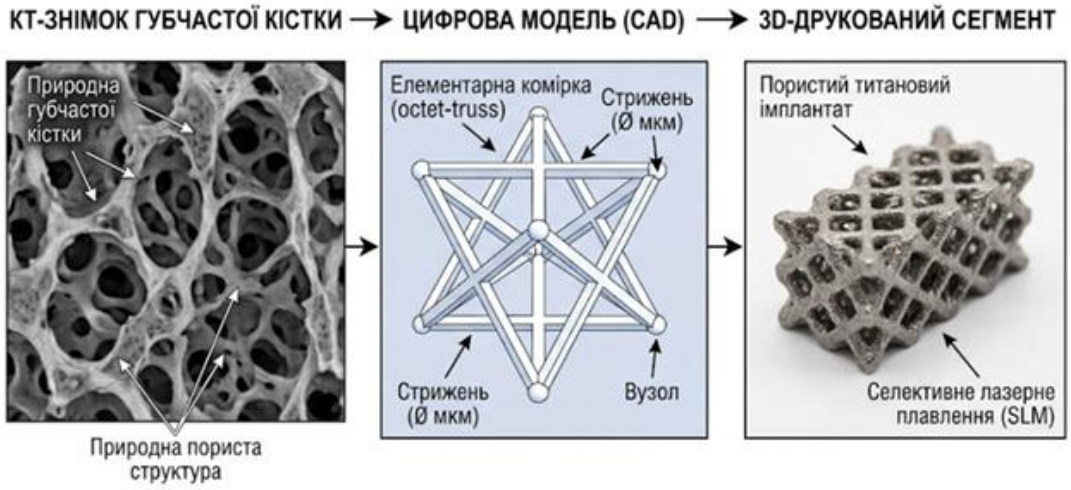


Рис. 2 Конфігурація та виготовлення мікрофермових імплантів

Виготовлення таких складних внутрішніх структур неможливе за допомогою традиційного лиття або фрезерування. Тому впровадження мікрофермових імплантів нерозривно пов'язане з розвитком адитивних технологій (3D-друку) [3]. Найчастіше застосовується метод селективного лазерного плавлення, коли потужний лазер пошарово сплавляє металевий порошок. Таким чином створюються градієнтні структури: виріб є суцільним у зоні максимальних навантажень, і стає комірчастим ближче до країв.

Окрім вирішення проблеми екранування напружень, мікрофермові конструкції забезпечують ще одну критично важливу перевагу – глибоку остеоінтеграцію [4]. Відкрита система пор розміром 300-800 мікрометрів створює ідеальний тривимірний каркас, у який активно проростають кровоносні судини і нова кісткова тканина. В результаті імплант стає біологічно інтегрованою частиною скелета. На сьогодні мікроферми активно застосовуються при виробництві ніжок тазостегнових ендопротезів, міжхребцевих кейджів та індивідуальних краніальних імплантів, суттєво зменшуючи їхню вагу без втрати несучої здатності.

Застосування мікрофермових структур у проєктуванні імплантів дозволяє успішно подолати проблему екранування напружень, забезпечує надійну фіксацію шляхом повноцінної остеоінтеграції і значно подовжує термін служби протезів. У поєднанні з 3D-друком ця технологія веде до повної персоналізації медицини, де мікроконфігурація кожного імпланта розраховуватиметься індивідуально під пацієнта.

Перелік посилань

10. Основи біоматеріалознавства : навч. посіб. / О. В. Савченко, О. В.

Зайцева. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 186 с.

11. Макаров В. Б. Хірургічне лікування переломів проксимального відділу плечової кістки з використанням 3D-імплантатів : дис. ... д-ра філософії : 222 / Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України. – Харків, 2023. – 214 с.

12. Li X., et al. Personalization and Precision: Innovative Applications and Future Challenges of Additive Manufacturing in Orthopedic Implants. *Journal of Orthopaedic Research*, 2025.

13. Остеоінтеграція кісткової тканини з титаними імплантатами / В. В. Григоровський [та ін.] // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2021. – № 1. – С. 58-66.

МОВОЗНАВЧІ ТА ЛІТЕРАТУРОЗНАВЧІ ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ

підсекція ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ У МОВІ

ЛІНГВАЛЬНИЙ ДОСВІД ІНДИВІДА КРІЗЬ ПРИЗМУ МЕТОДУ МОВНОЇ БІОГРАФІЇ

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Антоненко Владислав Іванович, група 1-Б
***Науковий керівник: д*. філол. н., проф. Калько Валентина Володимирівна**

Людський досвід є багатогранним, і мові належить провідна роль у структуруванні та осмисленні людського досвіду. Розуміння того, як індивід здобуває, використовує та розвиває свої мовні навички упродовж життя, є ключовим для вивчення лінгвістики загалом і соціолінгвістики зокрема. Із цією метою в соціолінгвістиці використовують метод мовної біографії, який описує мовленнєву практику індивіда в проєкції на його індивідуальний життєвий шлях, надає унікальну можливість акцентувати на мовному становленні в контексті як лінгвальних, так і екстрамовних чинників.

У соціолінгвістиці для опису мовної поведінки індивіда послуговуються поняттями «мовна поведінка», «мовний портрет», мовний паспорт», «мовне портфоліо», «мовна біографія», «ідіолект», «стиль спілкування», «комунікативна поведінка». Як слушно зауважує О. М. Данилевська, ці поняття хоч і мають термінологійну близькість, проте різняться дослідницьким інструментарієм, оскільки передають різний зміст. Зокрема «мовний портрет» фіксує рівень мовної компетентності особистості, а «мовна біографія» відображає процес мовного розвитку [2, с. 58].

Поняття «мовна біографія» (нім. Sprachbiographie) як соціолінгвістичний термін уперше було введеним до наукового обігу І. Верленом у 1986 році, а саме в його праці «Мовні біографії іноземців у другому поколінні». З того часу його використовують дедалі ширше, ураховуючи адаптацію цього методу соціолінгвістичних студій Радою Європи. У сучасній соціолінгвістиці поняття «мовної біографії» привертає увагу багатьох як українських (І. Брага, О. Данилевська, Н. Кісс, Н. Матвеєва, С. Соколова, Н. Шумарова, Г. Шумицька, І. Цар й ін.), так і зарубіжних (І. Верлен, П. Левчук, В. Медунка, Й. Неквапіл, Р. Франческіні й ін.) лінгвістів. Польський соціолінгвіст В. Медунка трактує мовну біографію на засадах функційного підходу як комплексний кейс досліджень мовних уподобань людини, групи людей або навіть цілої організації, з метою точного й різноаспектного опису [3, с. 51]. І. Брага вважає мовну біографію дієвим методом опису мовного життя індивіда з огляду на його мовну поведінку, мовні потреби й преференції [1, с. 7].

Актуальність дослідження мовної біографії внутрішньо переміщених осіб постає як наслідок російсько-української війни особливо гостро, адже саме російська мова в більшості випадків є першою мовою цих осіб. Важливою частиною укладення мовних біографій є відстеження усталених у свідомості мовця тенденцій використання тієї чи іншої мови (подекуди – діалектів однієї мови), що випливає як наслідок соціально-побутових та/або політичних ситуацій Цей метод передбачає глибоке, часто наративне, вивчення мовної історії життя індивіда за допомогою збору даних через інтерв'ю, аналіз особистих документів,

спогадів й інших джерел, що уможливлює відтворення унікального досвіду людини у світі мови. Використовуючи метод мовної біографії можна не лише зафіксувати факти володіння мовою/мовами, а й зрозуміти емоційні, когнітивні та соціальні процеси, що супроводжували це засвоєння та використання. Мовний досвід індивіда в проєкції на мовну біографію дасть змогу комплексно проаналізувати, як людина засвоює, використовує й змінює мови упродовж життя, оскільки послуговування мовою/мовами – динамічний, індивідуально зумовлений процес.

На підставі аналізу наукових джерел, присвячених проблемам мовної поведінки й білінгвізму, можемо виокремити три етапи формування лінгвального досвіду. Перший етап – раннє засвоєння мови – починається з оволодіння рідною мовою (або мов, у випадку білінгвальних сімей). Тут вирішальну роль відіграє мовне оточення, сімейні традиції та ранній контакт із мовою через взаємодію з батьками та близькими. Власне на цьому етапі спостерігаємо засвоєння рідної (материнської) мови. Другий етап – освіта та соціалізація – відбувається подальше формування мовних навичок, зокрема в шкільному середовищі, через спілкування з однолітками, опанування інших мов (як предметів вивчення) та входження в ширше соціокультурне поле. На цьому етапі індивід або поглиблює знання рідної (материнської) мови, або змінює мовні уподобання. Третій етап – дорослий вік – спостерігаємо збагачення лінгвального досвіду через професійну діяльність, подорожі, міграцію, особисті стосунки та самоосвіту. Особливої значущості набуває формування інтеркультурної комунікативної компетенції.

Мова – це не лише засіб комунікації, але й важливий елемент культури та ідентичності. Соціокультурне середовище безпосередньо впливає на:

1) вибір мов для вивчення та послуговування в повсякденному житті;

2) формування мовної та мовленнєвої компетентності, вироблення акценту, вживання діалектних одиниць, становлення стилю мовлення тощо;

3) сприйняття мовних норм та правил.

Ситуацію в Україні, де маємо відносно чіткий ареальний поділ населення, навіть під час повномасштабного вторгнення викликає конфронтації щодо мовних тенденцій. Внутрішньо переміщені особи з регіонів, де переважно російська мова домінувала в комунікації, зіткнулися з проблемами мовної адаптації в українськомовних регіонах, де населення, вочевидь, упереджено ставиться до російської мови як такої, оскільки це загрожує національній безпеці, етносу. Усталеність у свідомості двох мовних груп стереотипів одна відносно іншої викликає реакцію відторгнення та несприйняття за мовним, а в деяких випадках – навіть за національним принципом. Такі установки вимагають особу пристосовуватись до мовної ситуації, в якій вона опиняється невимушено. І тут доречним буде застосувати метод мовної біографії, який дасть змогу описати мовні уподобання, причини зміни мовної поведінки, чинники, які спричинили збереження або зміну лінгвального досвіду індивіда. У проєкції на мовну біографію лінвальний досвід структурований у часі (дитинство → юність → дорослість), зумовлений соціальним виміром (мова престижу, ідентичності, влади), опосе-

редкований індивідуальною ідентичністю (як усвідомлює себе індивід за допомогою мови).

Крім того, лінгвальний досвід нерозривно пов'язаний з емоційним виміром. Успіхи та невдачі у мовленні, позитивні чи негативні асоціації з мовами, почуття впевненості або тривоги – все це формує ставлення індивіда до своїх мовних можливостей і може впливати на його подальше навчання та комунікацію.

Мова відіграє ключову роль у конструюванні індивідуальної та колективної ідентичності. Для білінгвів та полілінгвів мова стає своєрідним «містком» між різними культурними світами, що формують їхню особистість. Вибір мови в певній ситуації може вказувати на належність до певної групи, висловлювати ставлення до співрозмовника або навіть розкривати внутрішні переживання.

Отже, метод мовної біографії дає змогу на глибинному рівні зрозуміти складність та динаміку лінгвального досвіду індивіда. Він підкреслює, що засвоєння мови – це не лінійний процес, а постійна взаємодія між особистістю, її оточенням, культурним контекстом та емоційними переживаннями. Аналіз мовної біографії відкриває шляхи для більш індивідуалізованих підходів до вивчення мов, розвитку міжкультурної комунікації та глибшого розуміння сутності людського досвіду.

Перелік посилань

1. Брага І. І. Мовна біографія білінгва (спроба реконструкції). *Закарпатські філологічні студії*. 2012. Вип. 8. Т. 1. С. 7–12.

2. Данилевська О. М. Мовна біографія вчителя в дослідженні динаміки мовної ситуації у шкільній освіті України. *Українська мова*. 2023. № 4. С. 49–69.

3. Miodunka W. Biografia językowa jako jedna z metod badania dwujęzyczności. W R. Dębski & W. Miodunka (Red). *Bilingwizm polsko-obcy dziś: Od teorii i metodologii badań do studiów przypadków*. Księgarnia Akademicka, 2016. S. 49–88.

ТЕРМІН «АКОРД» У ПРОФЕСІЙНІЙ ТА ЗАГАЛЬНІЙ МОВІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бас Анастасія Костянтинівна, група 035-24-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Музикант як професіонал формується на перетині природного таланту, системного багаторічного навчання та високого рівня самодисципліни. Ця діяльність передбачає не лише технічну майстерність, а й глибоке розуміння музичної мови, зокрема її термінологічного апарату. С. Ігнатьєва & І Цюп'як вказують на те, що «музична термінолексика відіграє ключову роль у фаховій комунікації, забезпечуючи точність інтерпретації, передачу виконавських нюансів і теоретичних понять» [2].Символами сучасної української музичної сцени стали твори, що поєднують художню якість і суспільний резонанс, зокрема: «*Stefania» гурту Kalush Orchestra; «Місто Марії» гурту Океан Ельзи; «Teresa & Maria» у виконанні Jerry Heil ma alyona alyona*.

Результатом професійної діяльності музиканта є якісно інтерпретований і бездоганно відтворений музичний твір, що ґрунтується на взаємодії кількох ключових складників. Зокрема, механіки «слуху та реакції», що вказують на здатність виконавця в ансамблі миттєво реагувати на зміни темпу, динаміки та емоційного стану партнерів; технічної обізнаності – володіння принципами роботи з мікрофонною технікою, системами моніторингу та врахування акустичних характеристик простору та емоційний інтелект, який безпосередньо визначає здатність до безпосереднього енергетичного контакту з аудиторією через артистизм, харизму та сценічну комунікацію.

Злагоджене функціонування цих елементів неможливе без чіткої системи музичної термінології. Саме музична термінолексика становить універсальну професійну мову, що забезпечує точність комунікації між виконавцями, диригентами та звукорежисерами, сприяє досягненню високого рівня інтерпретаційної та технічної досконалості.

Акорд (італ. accordo – «узгодженість», «злагода») – це поєднання щонайменше трьох різних за висотою звуків, що звучать одночасно та утворюють гармонічну єдність. У музичній термінології цей термін виконує чітко визначену номінативну функцію, позначає конкретну акустичну структуру, яка піддається точній ідентифікації. Великий тлумачний словник фіксує таке визначення терміна: «гармонійне поєднання кількох музичних звуків або голосів». [1, с.11]

У професійному музичному мовленні термін «*акорд*» вживають для характеристики гармонійної організації твору. Наприклад, у контексті «*акорд D7*» мова йде про *домінантсептакорд* із визначеною інтервальною будовою. У цьому значенні термін є однозначним і не допускає варіативних тлумачень, оскільки його семантика закріплена в межах музичної теорії.

А ще акорд можна брати «Бра́ти / взя́ти ако́рд». Натискаючи пальцями одночасно на кілька клавіш або вдаряючи по кількох струнах, викликати їх звучання. Наприклад: *Підходить [Любов] до піаніно і* ***бере скільки акордів****, не сідаючи* (Леся Українка); *На фортеп'яно* ***взяли останній гучний акорд****. (Леся*

Українка); Перестроївши струну сі на сі-бемоль, ***бере*** *[поет]* ***кілька акордів*** (В. Самійленко).

«*Акорд струн*» – складений термін галузевої термінолексики музикознавство, що функціонує в українській мові як номінативна одиниця для позначення специфічного музичного поняття. двокомпонентне словосполучення іменникового типу:

[«акорд» + залежний компонент «струн» у формі родового відмінка множини], що

реалізує модель атрибутивного підпорядкування. У деривaційному аспекті термін є прикладом аналітичного словотвору – словосполучення як термін, що є типовим для української наукової мови. Його функціонування засвідчує тенденцію до уточнення й деталізації понять через синтаксичні засоби, а не лише через морфологічну деривацію. Цю терміносполуку розглядаємо як результат вторинної номінації, утворений на основі поєднання загальновживаного і спеціалізованого складників. «***Акорд*** *струн»* позначає одночасне або квазіодночасне (у формі арпеджіації) звучання двох і більше тонів, отриманих шляхом збудження відповідних струн на струнному інструменті.

З погляду семантичної спеціалізації значення цього терміна є вужчим порівняно з загальновживаною лексемою «*акорд*». Він конкретизується через вказівку на джерело звуковидобування – струни, де внутрішня форма є прозорою: семантика компонента «струн» уточнює сферу функціонування базового поняття «акорд». «Акорд струн» входить до терміносистеми, пов'язаної з одиницями «*акорд*», «*інтервал*», «*гармонія*», «*фактура*», утворюючи гіперо-гіпонімічні відношення. Функціонує в межах наукового та науково-навчального стилю мовлення, відповідає нормам сучасної української літературної мови та фіксується у спеціалізованих словниках.

Отже, «*акорд струн*» постає як термінологічно мотивована, структурно прозора та семантично спеціалізована мовна одиниця, що забезпечує точність наукової комунікації в галузі музикознавства.

Також нами виокремлено такі двокомпонентні терміносполуки з ядром ***акорд:*** *альтеро́ваний* ***ако́рд****, Прометéїв* ***ако́рд*** *(містичний), затримання* ***акорду****, обернення* ***акорду (акордів)****,* ***акордова*** *послідовність (прогресія).*

У загальновживаній мові термін «*акорд*» зазнає семантичного розширення та може вживатися метафорично для позначення узгодженості дій, думок чи явищ. Крім того, у сфері трудового права та фінансів лексема «*акорд*» функціонує як спеціальний термін – у значенні «*акордна оплата праці*», де виконує юридично-регулятивну функцію, позначаючи форму організації та оплати праці за кінцевий результат. У позамузичних сферах термін «акорд» зазнає функціонально-семантичної трансформації та набуває нових значень.

У фінансовій сфері «*акорд*» функціонує як різновид договірного зобов'язання, зокрема у сполуці «акордна оплата праці». У цьому значенні термін позначає форму оплати, що встановлюється за повний обсяг виконаних робіт незалежно від витраченого часу. Його функція є правоустановчою, оскільки він фіксує офіційну домовленість між сторонами та регламентує трудові відносини.

У сфері ділової комунікації, зокрема в політичному та адміністративному мовленні, спостерігається вживання лексеми «а*корд*» у значенні домовленості або угоди. Наприклад, вислів «*учинити акорд не можемо*» означає відмову від укладання комплексної угоди чи прийняття відповідних зобов'язань. У цьому випадку термін виконує комунікативну функцію, слугуючи засобом формалізованого вираження позиції сторони. Таке вживання має ознаки професіоналізму з елементами архаїчності.

У повсякденному мовленні лексема «*акорд*» входить до складу фразеологізму «*останній акорд*», який означає завершальний етап або підсумковий момент певної дії чи процесу. Також в українській фразеології зафіксовано вираз «*брати акорд*» – сміливо діяти, починати щось. У цьому контексті відбувається метафоричне переосмислення музичного терміна, що вказує на його здатність до семантичного розширення та інтеграції в загальномовну лексику.

Отже, термін «*акорд*» є поліфункціональною лексичною одиницею, яка репрезентує чітку спеціалізацію в межах музичної терміносистеми та водночас здатна до семантичної адаптації в різних сферах мовлення – від правоустановчої та комунікативної до образно-метафоричної. Це вказує на його багатозначність і високий рівень адаптивності в сучасній українській мові.

«Тривоги дум, вигнання Кос-Арали
Тугим акордом в слові ожили...»

метафорично передає напруженість історичного та особистого досвіду. При цьому в іншому контексті:

«Крислаті долоні знов обіймають акорди за спини…»

акорд набуває позитивного смислу — символізує гармонію внутрішнього стану та творчий акт. Таким чином, термін демонструє здатність до семантичної трансформації й інтеграції у художньо-професійний дискурс.

Історичні обставини нашої країни надають певної журливої семантики цьому поняттю. мінологічна одиниця «акорд» поширена у дискурсі поетки, вона досить промовиста й образна. Напр.:

Тривоги дум, вигнання Кос-Арали
Тугим акордом в слові ожили,
І Соловки, Сибіри та Урали
Злу гру через літа перейняли... [16, С. 5]

Великий тлумачний словник української мови подає таке визначення лексеми акорд: «Гармонійне поєднання кількох музичних звуків або голосів [13, С.11]. Словник музичних термінів за книгами Ю .Є .Юцевича пропонує більш виважене та термінологічно точне визначення цього терміна Пор.: акорд (іт. accordo – узгодженість, злагода) – сукупність кількох (не менше трьох) різних за висотою звуків, що звучать одночасно» [19]. Номен акорд вжито авторкою в орудному відмінку у переносному значенні, репрезентуючи концентроване поєднання історичної пам'яті, колективного болю та екзистенційного напруження.

Епітет «тугий» підсилює семантику драматизму, актуалізуючи асоціації з дисонансом і внутрішнім конфліктом. У цьому контексті акорд постає не як гармонійна єдність, а як складне поєднання переживань, що відсилає до трагічного досвіду.. Образне означення тугим дає можливість відчути почуття глибокого жалю, гнітучого настрою, спричиненого переживаннями авторки поетичних рядків.

Особливістю поетичного тексту Марії Дружко є образна метафора акорди слів. Напр.: Кому поезія не очужіла,

Збудіть-но кобзу! І в акордах слів

Пізнаєте любові зодчі сили,

Почуєте Шевченківський мотив [16, С.5].

Тут термін «акорд» функціонує в межах метафоричної моделі «поезія як музика», де «акорди слів» символізують гармонійну організацію мовлення. Відбувається позитивна переактуалізація значення: акорд постає як носій гармонії, духовної сили та творчого натхнення. Водночас згадка про «Шевченківський мотив» поглиблює культурно-інтертекстуальний вимір, тим самим актуалізує національно-мистецький код.

Отже, лексема «акорд» у наведених прикладах реалізує подвійний функціональний потенціал: з одного боку, вона виступає засобом метафоричної репрезентації складних емоційно-смислових комплексів, а з іншого – виконує роль маркера професійно орієнтованого мислення, забезпечує імпліцитну комунікацію з реципієнтом, обізнаним у сфері музичного мистецтва.

У Марії Дружко «Крислаті долоні знов обіймають акорди за спини...» [16, с.45]. Лексема «акорд» метафорично розширює своє фахове значення, трансформуючись у символ цілісності, гармонії внутрішнього стану та взаємодії людини з музичним і емоційним простором. Образ «крислаті долоні» підсилює експресивність, створює асоціативне поле польоту, свободи та творчості. Тут акорд вже не просто музичний термін – він стає носієм метафоричного й емоційного навантаження, актуалізуючи процес взаємодії з мистецтвом на інтуїтивному рівні.

Перелік посилань

1.Великий тлумачний словник сучасної української мови. уклад. і голов. ред.. В. Т. Бусел. Київ.; Ірпінь: ВТФ «Перун» 2003. 1440 с.

2.Ігнатьєва С. & Цюп’як І. Музична термінолексика в поетичному дискурсі Марії Дружко як засіб професійної комунікації. *Наукові перспективи*. 2026. №3 (68). С. 1297–1306

3.Словник-довідник музичних термінів за книгами Ю.Є. Юцевича. Тернопіль, 2003. 352 с. URL: http://term.in.ua/ (дата звернення: 19.03.2026).

МОВНІ ЗАСОБИ ВИРАЖЕННЯ МАСКУЛІННОСТІ ТА ФЕМІННОСТІ В СУЧАСНИХ МЕДІА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бєлянська Милана Сергіївна, група 035-22-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Мова медіа є не лише інструментом відображення соціальної реальності, а й важливим механізмом конструювання суспільних уявлень про гендерні ролі. Як зазначає дослідниця Т. Сукаленко, мовні практики засобів масової інформації не просто репрезентують наявні гендерні стереотипи, а й активно беруть участь у їх формуванні. Через добір лексичних засобів, способи опису зовнішності, акцентування на певних рисах характеру та поведінкових моделях медіадискурс закріплює у свідомості аудиторії нормативні уявлення про маскулінність і фемінність. У зв'язку з цим аналіз мовних засобів, уживаних у медіа, дає змогу виявити механізми репрезентації та відтворення гендерних ролей у сучасному суспільстві.

Актуальність дослідження зумовлена посиленням уваги до проблеми взаємозв'язку мовних засобів вираження маскулінності та фемінності в медіапросторі з гендерними стереотипами в сучасній Україні. Особливого значення ця проблема набуває в умовах суспільних трансформацій: з одного боку, спостерігається активне впровадження фемінітивів у публічний дискурс, з іншого – повномасштабна війна спричиняє переосмислення традиційних уявлень про соціальні ролі чоловіків і жінок. Зокрема, розширюється участь жінок у військовій сфері, а чоловіча ідентичність дедалі частіше репрезентується через відкритість до емоційного самовираження. Метою цієї роботи є дослідження особливостей мовної репрезентації гендерних ролей у сучасних українських медіа та виявлення змін у способах конструювання маскулінності й фемінності.

Одним із найвиразніших мовних маркерів сучасного медіадискурсу є активне використання фемінітивів, що засвідчує трансформацію мовних норм у напрямі більш інклюзивного позначення соціальних ролей жінок. Показовим є інтерв'ю з Ірмою Вітовською, опубліковане на «Шпальті», де вжито форму «*акторка*»: «***Акторку Ірму Вітовську*** *часто впізнають як Лесю…*» [2]. У цьому випадку фемінітив виконує номінативну функцію – нейтрально позначає професійну належність жінки без додаткових оцінних конотацій. Така мовна практика свідчить про поступове закріплення фемінітивів як нормативного складника сучасної української мови.

Подібну тенденцію демонструє інтерв'ю з Валентиною Оболенцевою, оприлюднене «АрміяInform»[7]. Вживання фемінітива «***керівниця***», а також парних форм на зразок «***захисники та захисниці***» засвідчує свідому мовну стратегію видання, спрямовану на подолання андроцентричних моделей узагальнення. Такий підхід сприяє видимості жінок у професійній сфері та акцентує їхню суб'єктність. Важливо, що мовна репрезентація в цьому матеріалі зосереджена на професійній компетентності, управлінській діяльності, психологі-

чній підтримці та реабілітації, а не на зовнішніх характеристиках чи приватному житті.

Отже, жінка постає передусім як фахівчиня та носійка соціально значущої ролі.

Водночас уживання фемінітивів саме по собі не є достатньою умовою подолання гендерних стереотипів у медіатекстах. Це підтверджує матеріал УНІАН про співачку Камалію, у якому фемінітив «***співачка***» поєднується з акцентованим описом зовнішності та особистого життя [3]. Лексеми на кшталт «*струнка фігура*», «*витончений смак*», «*розкішна сукня*», а також згадки про «*нового залицяльника*» репродукують традиційну модель репрезентації жінки як об'єкта естетичного сприйняття. Таким чином, навіть за наявності формально інклюзивної лексики медіадискурс може зберігати усталені стереотипні наративи, у межах яких соціальна цінність жінки визначається не професійними досягненнями, а зовнішністю та романтичними зв'язками. Це засвідчує необхідність комплексного аналізу не лише мовної форми, а й ширшого контексту медійної репрезентації гендеру.

Важливим свідченням нормативного закріплення фемінітивів у сучасному українському медіадискурсі є їх уживання не лише в нейтральних або позитивно маркованих контекстах, а й у матеріалах кримінальної тематики. Зокрема, у публікації «АрміяInform» вжито форму «*колаборантка*» у повідомленні про викриття жінки, яка співпрацювала з окупаційними структурами. Напр. «*Правоохоронці викрили* ***колаборантку*** *з Куп'янська*» [6]. Такий приклад засвідчує, що фемінітиви функціонують як граматично повноцінні й стилістично нейтральні одиниці, здатні позначати як соціально схвалювані, так і негативно оцінювані ролі. Це свідчить про поступове утвердження фемінітивів як органічної складової сучасної мовної норми.

Репрезентація маскулінності в українських медіа традиційно ґрунтується на мовних засобах, що підкреслюють активність, силу, рішучість і героїзм. Показовою є історія військовослужбовця Андрія, опублікована на «АрміяInform», у якій образ чоловіка конструюється через маскулінітиви «***військовослужбовець***», «***офіцер***», а також через дієслівні конструкції, що передають фізичну витривалість і готовність до самопожертви. Напр.: «***відкопав*** *товариша*», «***вистрілив*** *чотири кулеметні стрічки*», «*тіло продовжувало боротьбу за життя*», «*розумів, що з такими ранами навряд чи зможу* ***дістатися тилу***» [5].

Такі мовні засоби формують традиційний образ чоловіка-захисника, здатного діяти в екстремальних умовах, рятувати інших і протистояти небезпеці. У цьому контексті маскулінність постає як синонім сили, контролю та стійкості.

Водночас сучасний медіадискурс дедалі частіше демонструє трансформацію усталених моделей маскулінної репрезентації. У тій самій історії про Андрія поряд із героїчним наративом з'являються фрагменти особистої рефлексії, пов'язані зі страхом, відчаєм і переживанням власної вразливості. Напр. «*Я розумів, що з такими ранами навряд чи зможу дістатися тилу», «вирішив померти, просто затаївши дихання*» [5]. Визнання фізичної безпорадності, усвідомлення можливої смерті та подальша рефлексія щодо цінності життя форму-

ють новий тип медійного образу чоловіка – не лише сильного захисника, а й емоційно відкритої особистості. Така репрезентація свідчить про поступове розширення меж допустимого емоційного самовираження чоловіків у публічному дискурсі.

Ще одним показовим прикладом зміни традиційних уявлень про маскулінність є матеріали, у яких чоловік постає не як активний суб'єкт дії, а як об'єкт зовнішнього впливу чи маніпуляції. Так, у повідомленні про молодого жителя Покровська, завербованого російською спецслужбою через так звану «*медову пастку*» – «шукав собі пару на сайтах знайомств» і потрапив у «медову пастку» [4]. Чоловічий образ репрезентовано через уразливість, емоційну залежність і схильність до психологічного впливу. У цьому випадку мовні засоби не підтримують традиційну модель чоловічої домінантності, а натомість фіксують складніші, менш стереотипні прояви чоловічої ідентичності.

Отже, проведений аналіз засвідчує, що мова сучасних українських медіа відображає суперечливі, але показові процеси трансформації гендерних уявлень. Мовні засоби вираження фемінності – зокрема фемінітиви, оцінна лексика та способи опису жінок – можуть як сприяти професійній видимості жінок, так і відтворювати традиційні стереотипи, пов'язані з акцентом на зовнішності та приватному житті. Водночас мовні засоби репрезентації маскулінності, які тривалий час підтримували образ чоловіка як сильного, активного й емоційно стриманого суб'єкта, нині дедалі частіше фіксують емоційну відкритість, вразливість і психологічну складність чоловічого досвіду. Таким чином, медійний дискурс не лише відображає суспільні зміни, а й слугує активним простором переосмислення та трансформації гендерних ролей у сучасному українському суспільстві.

Перелік посилань

1. Сукаленко Т. Гендерні стереотипи в мові сучасних ЗМІ. *Проблеми гуманітарних наук: зб. наук. пр. Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. Серія «Філологія»*. 2021. Вип. 48. С. 174–183.

2. Суліковська О. Ви не станете патріотом великої країни, якщо ви не патріот свого краю: інтерв'ю з акторкою Ірмою Вітовською. Шпальта. 2022. 29 черв. URL: https://shpalta.media/2022/06/29/vi-ne-stanete-patriotom-velikoi-krainiyakshho-vi-ne-patriot-svogo-krayu-intervyu-z-aktorkoyu-irmoyu-vitovskoyu/.

3. Коломієць А. Камілія показала нового залицяльника. УНІАН. 2026. URL: https://www.unian.ua/lite/stars/kamaliya-spivachka-pokazala-novogo-zalicyalnika-13304154.html?utm_medium=referral&utm_source=idealmedia&utm_campaign=unian.net&utm_term=1285896&utm_content=12034915. (дата звернення: 07.03.2026).

4. 23-річний житель Покровська став агентом ФСБ через романтичну пастку. АрміяInform. 2024. URL: https://armyinform.com.ua/2024/10/09/23-richnyj-zhytel-pokrovska-stav-agentom-fsb-cherez-romantychnu-pastku/.

5. Поранення, 20 годин під завалами і день у полі наодинці з дронами: історія військовослужбовця Андрія. АрміяInform. 2024. URL:

https://armyinform.com.ua/2024/10/09/poranennya-20-godyn-pid-zavalamy-i-den-u-poli-naodynczi-z-dronamy-istoriya-vijskovosluzhbovczya-andriya/.

6. Добровільно працювала на окупантів: викрито мешканку Куп'янська. АрміяInform. 2024. URL: https://armyinform.com.ua/2024/10/09/dobrovilno-praczyuvala-na-okupantiv-vykryto-meshkanku-kupyanska/.

7. Кліщук Л. Людину відновити найскладніше. Інтерв'ю з керівницею Управління психологічного забезпечення Міноборони Валентиною Оболенцевою. АрміяInform. 2024. URL: https://armyinform.com.ua/2024/10/08/lyudynu-vidnovyty-najskladnishe-intervyu-armiyainform-pro-novu-systemu-psyhologichnogo-vidnovlennya-vijskovyh/.

НЕОЛОГІЗМИ З КОМПОНЕНТОМ *КІНО-* В КІНЕМАТОГРАФІЧНІЙ ТЕРМІНОСИСТЕМІ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бухіннік Поліна Дмитрівна, група 035-24-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

На задній лаві в ***кінотеатрі***

Поцілункувались міцно скрипка й піаніно.

Михайло Семенко

У сучасному українському мовознавстві особливу увагу привертають процеси оновлення лексичного складу мови, зокрема поява неологізмів у професійних сферах. Однією з таких динамічних галузей є мова кіно, яка активно розвивається під впливом глобалізаційних процесів, цифровізації та міжкультурної комунікації. Українська кінематографічна терміносистема зазнає істотних змін, зумовлених як внутрішніми потребами номінації нових явищ, так і зовнішніми чинниками – передусім запозиченнями з англійської мови.

Актуальність дослідження неологізмів у мові кіно полягає в необхідності системного опису нових лексичних одиниць, їх упорядкування та нормативного закріплення в українському термінознавстві. Особливої уваги потребують питання адаптації іншомовних елементів, їх словотвірної інтеграції та функціонування в українському мовному просторі.

Метою дослідження є аналіз неологізмів у сучасній українській мові кіно з урахуванням їхніх джерел, структурних особливостей і функціонального навантаження. Досягнення поставленої мети передбачає розв’язання таких завдань: визначити основні джерела формування неологізмів у кінолексиці; охарактеризувати їхню словотвірну структуру; з’ясувати функції нових лексичних одиниць у професійному спілкуванні та масовій комунікації.

Отже, дослідження неологізмів у мові кіно сприяє глибшому розумінню процесів розвитку сучасної української мови та формуванню впорядкованої терміносистеми в галузі кіномистецтва.

Н.М.Лоскутова інтерес до кінематографічної термінології пояснює «динамізмом розвитку кінематографу, який став феноменом ХХ століття завдяки універсальному характеру» [2, с.20]. Сучасна українська мова має численну групу термінів з частиною ***кіно-***, що функціонують у межах професійної та наукової лексики кіномистецтва. Вони формують розгалужену підсистему, яка охоплює різні аспекти кіноіндустрії – від виробництва та технічного забезпечення до аналізу й критики фільмів. До таких одиниць належать, зокрема, *кінематограф, кінорежисер, кіносценарій, кінозйомка, кінопрокат, кіноіндустрія, кінопродукт* тощо. Ці терміни утворюються переважно шляхом словоскладання або за допомогою префіксоїда ***кіно-***, який виконує роль уточнювального складника і вказує на належність поняття до сфери кіномистецтва. Така модель є

продуктивною в сучасній українській мові, оскільки уможливлює швидко номінувати нові явища та процеси, пов'язані з розвитком кіно.

У «Кінословнику» Мирославського В. Н. нами виокремлено 23 іменникові термінологічні одиниці із складником ***кіно-*** : ***кіно****декламація* [3, с.79], ***кіно****драматургія* [3, с. 222], *кінозірка* [3. с. 22], ***кіно****фільм* [3. с. 24], ***кіно****хроніка* [3, с.24], ***кіно****знавство* [3, с.78], ***кіно****жанр* [3, с.79], ***кіно****індустрія* [3, с.284]. ***кіно****експресіонізм* [3. с.79], ***кіно****камера* [3, с. 284], ***кіно****клуб* [3,с. 261], ***кіно****моголи* [3, с.222], ***кіно****паремії* [3, с.79], ***кіно****пересувка* [3, с.284], ***кіно****плівка* [3, с.285], ***кіно****проектор* [3,с.285], ***кіно****пропаганда* [3,с.77], ***кіно****ринок* [3,с.261], ***кіно****скрипт* [3. с. 81], ***кіно****камера* [3, с. 285], ***кіно****трюк* [3, с.222], ***кіно****фестиваль* [3, с. 261], ***кіно****фікація* [3, с. 261].

Наприклад: ***Кіне****матограф* [від грец. Kinematos – рух + Grapho – пишу] – первісна назва апарата для знімання на кіноплівку рухомих об'єктів і для подальшого відтворення одержуваних знімків шляхом проектування їх на екран, а також комплекс пристроїв і методів, що забезпечують знімання і демонстрацію фільму. Термін «кінематограф» уперше з'явився і став загальноприйнятим у його французькому варіанті «сінематограф», що означає систему створення і показу фільмів, розроблену братами Люм'єр. Зазвичай, термін «кінематограф» вживають у значенні «*кіномистецтво*» [3, с.284].

Кіно*раматургія* – мистецтво написання сценарію, вид екранно-літературної творчості, словесна основа всіх екранних продуктів – кіно, телебачення, відео, мультимедійних творів [3, с. 222].

Кіно*хроніка* [Кіно + грец. Chronos – час] – документальні зйомки безпосередньо з місця подій. Під це підпадають і репортерські зйомки з «гарячих точок», і зйомки на офіційних заходах та зі спортивних змагань. Раніше кінохроніку демонстрували на кіносеансах перед художніми фільмами. [3, с. 24].

Кіно*знавство* [англ. Film Appreciacion, Film Research] – наука про кіно, що вивчає теорію та історію кіномистецтва, зокрема, акторську майстерність, режисуру, проблеми кінодраматургії, кіномузику, мистецтво оператора і художника тощо. З кінознавством безпосередньо пов'язана критика, яка аналізує поточне життя кіномистецтва. [3, с.78-79]. Це родове поняття, що охоплює історію, теорію та критику кіно або оформлення галузі знань про кіно як окремої науки. Кінознавство вживається здебільше в науковому стилі мовлення, академічних публікаціях.

Кіно*плівка* [англ. Stock] – світлочутливий матеріал на прозорій еластичній основі, покритій шаром фотоемульсії, що містить мікрокристали (зерна) галогеніду срібла. Емульсивний шар кольорових плівок містить, крім того, компоненти, з яких при проявленні утворюються фарбники. Кіноплівки бувають 70-, 35-, 16-, 1,5-, 2х8 і 8-міліметрові. [3, с. 285]. Позначає конкретний фізичний об'єкт. У цифрову епоху стає «історизмом». Назва матеріального носія (плівка для кіно), вживається операторами при виборі формату зйомки (наприклад, 35-мм плівка).

Кіно*фестиваль* [англ. Film-Festival] – огляд, творче змагання творів кіномистецтва – художніх, хронікальнодокументальних, науково-популярних, навчальних, спортивних, мультиплікаційних, телевізійних. Проводяться як міжна-

родні кінофестивалі, так і національні та регіональні. [3, с. 261]. Складна терміноодиниця: [*культурна подія + конкурс + майданчик для бізнесу*]. Інструмент маркетингу та професійного визнання – нагороди, червоні доріжки. Цей номен можна означити як назву за типом події – фестиваль кіно.

Зворотна ***кіно****зйомка* [англ. Reverse Action – зворотний рух] – зйомка, при якій напрям руху плівки здійснюється у фільмовому каналі від низу до верху, на відміну від звичайного прямого ходу плівки зверху вниз. Така зйомка робить зображення зворотним, оскільки кадри, зняті з початком руху, проходять через кадрове вікно кінопроектора в останню чергу. Зворотна зйомка є одним із старих екранних трюків для отримання різних візуальних ефектів і дозволяє досягати комічного ефекту (наприклад, чайник втягує в себе чай із склянки). Зворотна зйомка використовується також при створенні написів і креслень, що пишуться ніби самі собою [3, с.221]. Це назва за ознакою інверсії руху. Позначає трюковий прийом, коли дія розгортається задом наперед. Опис технічного прийому в режисерському сценарії для досягнення комічного або фантастичного ефекту.

Кадрик ***кіне****матографічний* [фр. Cadre; англ. Frame] 1. Окремий знімок на кіноплівці; 2. Простір на знімальному майданчику, що потрапляє в робоче поле об'єктива кінокамери; 3. Сцена, епізод кінофільму, елемент кінематографічної мови (творець фільму «мислить кадрами»), складова частина розкадрування. Для кожного кадру (у значенні епізод) знімається декілька дублів [3, с. 284].

Серед цих терміносполук є:

а) складні терміни, першою частину яких становлять іншомовні або інтернаціональні терміноскладники, а другу – національні основи: кінопрокат, кіножанр, кінотрюк

б) складні терміни, що поєднують два інтернаціональних терміноскладники: кінематограф, кіномистецтво, кінознавство, кіноринок.

Нами виявлено лише одну абревіальну іменникову одиницю, другою частиною якої є ***-кіно*** – *держ****кіно***. «*Держкіно*» є складноскороченим іменником, утвореним шляхом поєднання усічених основ слів «державне» та «кіно». Воно належить до групи абревіатур змішаного типу, що формуються через часткове скорочення компонентів словосполучення. Онім «*Держкіно*» функціонує в сучасній українській мові як лексикалізована складноскорочена одиниця, утворена шляхом абревіації змішаного типу – усічення та композиція. Структурно лексема постає як результат поєднання усіченої основи «держ-» (*від державне*) та повної основи «к***іно***», що репрезентує ключовий семантичний складник номінованого поняття. З погляду ономастики, «*Держкіно*» є власною назвою (ергонімом), що позначає державну інституцію – Державне агентство України з питань кіно. У процесі функціонування ця одиниця зазнала лексикалізації, тобто закріпилася в мовній системі як самостійний номінативний знак із чітко визначеним денотатом. Важливою характерною рисою є тенденція до морфологічної інваріантності (невідмінюваності), що узгоджується із загальною закономірністю функціонування абревіатур в українській мові.

У стилістичному аспекті цей онім належить до офіційно-ділового та публіцистичного регістрів, однак унаслідок частотного вживання в медійному дискурсі демонструє тенденцію до ширшої функціональної інтеграції. «*Держкіно*» є репрезентативним прикладом сучасних деривaційних процесів в українській мові, зокрема абревіації та лексикалізації, що забезпечують економію мовних засобів при збереженні семантичної прозорості номінації.

Отже, активне поповнення цієї групи зумовлене динамічним розвитком кіноіндустрії, появою нових технологій та жанрових форм, а також впливом іншомовних, передусім англомовних, термінів. У результаті відбувається не лише кількісне зростання термінів із компонентом *кіно-*, а й ускладнення їхньої структури та функцій у мовленні. Терміни з частиною ***кіно-*** становлять важливий сегмент української термінології, відображаючи сучасні тенденції розвитку як мови, так і кіномистецтва загалом.

Перелік посилань

1.Великий тлумачний словник сучасної української мови. уклад. і голов. ред.. В. Т. Бусел. Київ.; Ірпінь: ВТФ «Перун» 2003. 1440 с.

2. Лоскутова Н. М. Структурні та словотворчі особливості французької й української кінематографічної термінології. *Типологія мовних значень у діахронічному та зіставному аспектах. Збірник наукових праць.* Донецьк: ДонНу, 2012. Вип. 25. С. 18–29.

3. Мирославський В. Н. Кінословник. Терміни, визначення, жарґонізми. Харків:, 2007. 328 с.

СТИЛІСТИЧНІ МАРКЕРИ СУЧАСНОГО МОВЛЕННЯ У ТВОРІ МАРКА МЕНСОНА “THE SUBTLE ART OF NOT GIVING A F*CK” ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ВІДТВОРЕННЯ УКРАЇНСЬКОЮ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Вініченко Анастасія Русланівна, група 035-24-4
***Науковий керівник:* к.філ.н., доц.Москаленко Наталія Олександрівна**

Американський письменник, блогер і підприємець Марк Менсон написав провокаційну книгу “The Subtle Art of Not Giving a F*ck: A Counterintuitive Approach to Living a Good Life”, у якій намагається розв’язати морально-психологічні проблеми своїх читачів, вплинути на них (на це вказує деяка агресивність і категоричність, з якою він звертається до читачів, елементи розмовного стилю - “розмова з другом”); намагається донести певну думку (ставить певні питання, звертається, наказує реципієнтам).

Однак Менсон подає свій текст особливою формою, несхожою на традиційну. Найбільш помітною ознакою його книги є використання ненормативної лексики, зокрема слова “f*ck”. Саме це слово приваблює читачів, коли вони беруть до рук книгу. Часто воно використовується як складова виразу “give a f*ck”, що відображає поняття, навколо якого автор формує свій текст і яке виступає темою книги: “giving no f*ck”, “must give a f*ck about”, “going to lawyer the f*ck up”, “F*ck it", “reserve their f*cks for ", “F*ck that kid”, “the most truly f*ck-worthy parts of our live” і т.д. [1]. Нецензурна лексика у Менсона стає маркером сучасного мовлення, створює ефект “розмови з другом”. Саме так автор забезпечує більшу довіру між автором і читачем, легкість сприйняття тексту як діалогу. Якщо традиційний стиль апелює до більш офіційного і “віддаленого" від читача, то сучасне мовлення пропонує нам більшу довіру, щирість, неформальність і зближення автора з читачем.

Іншими ознаками сучасного мовлення є неформальна лексика, зокрема сленг. Вона також забезпечує більшу довіру, ефект “свого”, друга. Прикладами такої лексики є слова і вирази: “lame”, “couch potatoes”, “Internet trolls”, screw out\that”, “damn”, “goddamn” тощо.

Щодо саме комунікативних маркерів сучасного мовлення, то автор використовує той самий принцип “розмова з другом” - часто вживає займенник “we”, а також “I”, акцентуючи на особистих думках і досвіді. Також сюди відносяться звертання до читача, а саме: риторичні питання, накази. Наприклад, в одному із розділів книги автор звертається до своєї матері (“Had I been indifferent, I would have shrugged my shoulders, sipped my mocha, and downloaded another season of The Wire. Sorry, Mom” [1]), що теж розмиває будь-яку межу між автором і читачем. Це той випадок, коли публіцистичний текст доповнюється елементами розмовного, який допускає навіть нецензурну лексику та евфемізми. І саме це є новаторським для такого типу текстів.

Складність відтворення таких стилістичних маркерів українською полягає в тому, що перекладач не завжди може перекласти конкретне слово буквально,

передати той самий порядок слів або ту саму конструкцію. Тож він адаптує текст під правила і норми мови, на яку перекладає. І це є абсолютно правильно, тому що перекладачу треба забезпечити адекватність свого перекладу, зробити його зрозумілим аудиторії, на яку спрямовується цей текст. По-друге, все ж таки в Україні зберігається розуміння про збереження певного стилю, дотримання його норм і доктрин. Для нашого менталітету є досі неправильним і недоречним використання нецензурної та іншої негативно забарвленої лексики. Тому, орієнтуючись на український ринок, перекладачка робить свідомий вибір опускати більшість нецензурної лексики і заміняти її евфемізмами або літературно унормованою лексикою. Наприклад, головну фразу твору «give a f*ck» вона перекладає евфемізмом «забивати (на щось)», тому цей вираз винесений у заголовок книги, а також часто зустрічається у творі. Наведемо ще прикладів, для того, щоб показати це «пом'якшення», яке робить перекладачка: «screwed out of» [1] - "вициганив у неї" [2]; "p*ssd of" [1] – "оскаженів"[2]; "*sshole" [1] – "цим покидьком"[2]; "Fuck that kid" [1] – "Не будьте як те дитя" [2]. Як бачимо, лексика змінюється, адаптуючись до українського читача. Якби Антоніна Ящук переклала книгу із всією негативною лексикою, то книгу могли б не зрозуміти. Хоча багато навіть англомовних людей, які читали оригінал, критикують Марка Менсона саме за порушення літературної норми.

Безперечно, ця книга є феноменом у світі публіцистики. Марк Менсон показав, що норми, правила і сприйняття певного стилю можуть бути доповнені іншими, непритаманними йому елементами. Переклад цієї книги не показав в повній мірі новаторство в стилі, але хтозна, можливо і український інфопростір почне скоро змінюватись і відповідати сміливіше на виклики від авторів.

Перелік посилань

1. Manson M. The Subtle Art of Not Giving a F*ck: A Counterintuitive Approach to Living a Good Life. HarperCollins Publishers. 2016. 224 p.

2. Менсон М. Витончене мистецтво забивати на все. Нестандартний підхід до проблем. Київ : Наш Формат. 2018. 160 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОВНИХ ЗАСОБІВ ВИРАЖЕННЯ МАСКУЛІННОСТІ ТА ФЕМІННОСТІ В СУЧАСНИХ МЕДІА

НТУ *«Дніпровська політехніка»*

Гармаш Дар'я Сергіївна , група 035-22-1
Науковий керівник: к.філол.н., доц. Ігнатьєва Світлана Євгенівна

Мова не лише гендерне дзеркало,
<…> вона дає змогу конструювати це дзеркало.
Тим самим це один із способів гендерного припису
(Н.Курилович)

У сучасному медіапросторі мова виконує не лише інформативну, а й формувальну функцію. Через підбір слів, заголовки та стилістику журналісти фактично створюють образи чоловіків і жінок, які потім закріплюються в суспільній свідомості.

Актуальність дослідження полягає в тому, що сьогодні українські медіа перебувають у процесі змін: поряд із традиційними уявленнями про гендерні ролі з'являються нові підходи до їх мовного вираження. Це особливо помітно в онлайн-медіа та соціальних мережах, де реакція на мовні зміни є швидшою.

У дослідженні Кочукова Н. І., Бодра І. А. «Функціонування фемінітивів у мові українськи інтернет-видань» зосереджено увагу на соціальних причинах, які зумовили творення неологізмів – іменників жіночого роду з вказівкою на популярну професію, суспільний статус, громадську діяльність чи посаду. Засвідчено одночасне використання співвіднесених назв осіб чоловічого й жіночого роду на позначення жіночої статі в журналістських матеріалах. У мові сучасних інтернет видань зафіксовано фемінітиви з варіантними словотворчими формантами [2, с.90].

За нашими спостереженнями, в медіатекстах виявлено, що маскулінність найчастіше передається через лексику дії, сили та контролю. Наприклад, синтаксичні побудови містять дієсловні одиниці активної дії: «*військові* ***знищили*** *техніку противника*», «*політик жорстко* ***відреагував*** *на заяву*», «*керівник* ***ухвалив*** *рішення*». Дієслова «знищили», «відреагував», «ухвалив» наголошують на рішучості чоловічих вчинків і впливу на реципієнта.

У сучасному медійному дискурсі чоловіки, зазвичай, постають як суб'єкти, які контролюють ситуацію: «*командир керує операцією*», «*експерт пояснив причини кризи*». Тут увагу закцентовано саме на компетентності та авторитеті.

Натомість фемінність у медіатекстах виражається інакше. До опису жінок активно додаються характеристики, які не є ключовими для змісту новини. Наприклад: «*молода журналістка повідомила…*», «*відома акторка вразила ніжним образом*», «*співачка поділилася емоціями після виступу*». У цих випадках помітно, що увага зміщується на зовнішність, вік або емоційний стан. Л. Кислюк вказує на те, що «активізація творення назв осіб жіночої статі в останні десяти-

ліття показує зміну ролі та ваги жінки в суспільстві, у країні, і прямо пов'язана з її рівнем освіти, участю в управлінській, професійній діяльності» [1, с.114].

Ще один показовий складник – асиметрія опису. Наприклад, у новинах спостерігаємо побудови «*експерт прокоментував ситуацію*», без додаткових характеристик. У разі, коли мова йде про жінку, фіксуємо варіант «***молода експертка прокоментувала*** *ситуацію*» або навіть уточнення її зовнішніх ознак. Це дає підстави констатувати, що жіночий образ у медіа активніше «доповнюють» другорядні складики.

Медійний дискурс все активніше наповнюється фемінітивами: *«журналістка», «редакторка», «політикиня», «експертка»*. Наприклад: «*експертка пояснила причини зростання тарифів*», «*редакторка видання заявила…*». Фемінітиви в сучасному медійному дискурсі – це не просто мовна мода, а помітний прояв ширшого явища, яке в соціолінгвістиці описують як вплив суспільних змін на мову. Насамперед це засвідчує бажання зробити жінок видимими в професіях, де раніше домінували чоловічі назви, а також уникнути узагальненого чоловічого роду, що відповідає сучасним нормам рівності та інклюзивності.

У межах гендерної лінгвістики мова розглядається нами як інструмент формування уявлень про світ. Якщо в новинах постійно звучить «*експерт сказав*», це підсвідомо закріплює образ експерта як чоловіка. Вживання «*експертка сказала*» розширює це уявлення.

Фемінітиви у медійному дискурсі виконують такі функції:

а) номінативну: точніше називають особу за родом діяльності. Напр.: ***редакторка*** *видання заявила…*;

б) ідеологічну: наголошують на принципі гендерної рівності;

в) стилістичну: додають сучасності, інколи – розмовності або маркованості.

Однак, це питання залишається дискусійним, оскільки не всі мовці сприймають фемінітиви однаково. Існує думка про їхню незвичність або «штучність», а також надмірну політизованість. Утім, мовна норма поступово змінюється саме через їх уживання – медіа тут відіграють ключову роль. Медіапростір **демонструє** тенденцію до вживання фемінітивів.

Водночас, разом із фемінітивами змінюється і власне, підхід до опису жінок. У медійному дискурсі простежуємо тексти, які містять опис жінок передусім через їхню професійну діяльність, без акценту на зовнішності чи емоціях: «*аналітикиня провела дослідження*», «*військова виконала завдання*». Це свідчить про поступовий відхід від стереотипів. Однак ці зміни не є однаковими для всіх медіа. Окремі медійні тексти усе ще зберігають традиційні моделі: жінка – емоційна і «вразлива», чоловік – сильний і раціональний. Іноді це проявляється навіть на рівні заголовків, які спеціально підсилюють емоційність: «*зізналася*», «*вразила*», «*шокувала*».

Отже, мовні засоби сучасних медіа відображають перехідний стан суспільства. *З одного боку*, вони закріплюють усталені гендерні ролі, а з *іншого* – поступово їх змінюють через нові мовні практики. Проаналізована мова медіа дає змогу краще зрозуміти не лише особливості журналістики, а й ширші соціальні процеси, пов'язані з трансформацією гендерних уявлень.

Перспективи дослідження полягають у комплексному аналізі динаміки гендерно маркованих мовних засобів у сучасному медіадискурсі, зокрема виявленні дискурсивних стратегій репрезентації маскулінності та фемінності, дослідженні впливу соціокультурних чинників на мовну норму та застосуванні корпусних методів для кількісного аналізу медіатекстів.

Перелік посилань

1. Кислюк Л. Жінка-космонавт чи космонавтка? (до проблеми норми творення назв осіб жіночої статі). *Культура слова*. 2013. Вип. 78. С. 114–118.

2. Кочукова Н. І., Бодра І. А. Функціонування фемінітивів у мові українських інтернет-видань. *Науковий вісник ДДПУ імені І. Франка. Серія "Філологічні науки". Мовознавство*, № 12, 2019 С.90-93 DOI https://doi.org/10.24919/2663-6042.12.2019.189250

ГЕНДЕРНІ СТЕРЕОТИПИ В УКРАЇНСЬКОМУ РЕКЛАМНОМУ ДИСКУРСІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дідора Вікторія Віталіївна, група 035-22
***Науковий керівник*: к.філол.н., доц. Ігнатьєва Світлана Євгенівна**

Сучасний рекламний дискурс виступає не лише засобом маркетингової комунікації, але й важливим інструментом, що впливає на формування суспільних цінностей і моделей соціальної поведінки. Використовуючи мовні та візуальні засоби, реклама створює певні уявлення про роль жінок і чоловіків, їхнє місце в суспільстві та прийнятні моделі взаємодії. У зв'язку з цим питання гендерних стереотипів у рекламному середовищі стає особливо важливим в умовах сучасних змін і трансформацій українського суспільства.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що сучасна реклама виконує не лише інформаційну функцію, розповідаючи про товари та послуги, але й суттєво впливає на формування уявлень про роль чоловіків і жінок у суспільстві. У рекламних матеріалах часто відтворюються стереотипні образи, які закріплюють традиційні моделі поведінки. В умовах трансформацій у сучасному українському суспільстві стає важливим дослідити, як саме реклама сприяє збереженню чи зміні гендерних стереотипів. Аналіз цієї теми дозволяє глибше усвідомити вплив рекламного дискурсу на масову свідомість і сприяти розвитку гендерно чутливої комунікації.

Мета роботи полягає в дослідженні особливостей відображення гендерних стереотипів у рекламному контенті, аналізі найпоширеніших образів чоловіків і жінок у рекламі та визначенні їхнього впливу на формування суспільних уявлень про гендерні ролі.

Гендерні стереотипи – це спрощені уявлення про соціально прийнятні риси, ролі та поведінкові характеристики чоловіків і жінок. У рекламному дискурсі вони проявляються через повторювані образи, сюжетні сценарії та мовні конструкції, що закріплюють традиційний поділ ролей [1].

В українській рекламі жінок часто зображують як відповідальних за ведення домашнього господарства та створення сімейного затишку. Наприклад, у рекламних кампаніях пральних засобів «Gala» або мийних засобів «Fairy» жіночий образ зазвичай пов'язується з турботою про чистоту, доглядом за дітьми та організацією побуту. У таких рекламних повідомленнях часто використовують лексеми на кшталт «турбота», «ніжність», «затишок», що підкреслює традиційне уявлення про жінку як хранительку домашнього вогнища.

Чоловічий образ у рекламному дискурсі, навпаки, частіше асоціюється з професійним успіхом, раціональністю, силою та соціальним статусом. Наприклад, у рекламі автомобілів (Toyota Україна, BMW Україна) або фінансових послуг (ПриватБанк, Monobank) чоловік постає як стратег, лідер або людина, що приймає ключові рішення. Лексичні одиниці *успіх, контроль, сила, вибір, досягнення* формують модель маскулінності, пов'язану з домінуванням і відповідальністю за зовнішній світ. Такі репрезентації підтверджуються міжнародними

медіа-аналізами, які показують, що чоловіки значно частіше зображуються у професійних і керівних ролях [2].

Окремою проблемою українського рекламного простору залишається сексуалізація жіночого образу. У зовнішній рекламі та комерційних кампаніях деяких брендів жіноче тіло використовується як інструмент привернення уваги, навіть без прямого зв'язку з продуктом. За даними гендерного моніторингу рекламного контенту, подібні практики сприяють об'єктивації жінки та зниженню її соціальної ролі до візуального об'єкта споживання. Це явище також критично оцінюється у рекомендаціях Європейської комісії щодо етичної реклами [3].

У сучасному українському рекламному середовищі відзначаються позитивні тенденції, пов'язані з поступовим переосмисленням традиційних гендерних ролей. Соціальні ініціативи, як-от «HeForShe Ukraine» від UN Women, а також окремі маркетингові кампанії місцевих брендів, зокрема Rozetka та «Нова пошта», пропонують більш рівноправні моделі репрезентації. Вони показують жінок у ролі професіоналок і лідерок, а чоловіків – як залучених батьків і партнерів у сімейних взаєминах, що узгоджується зі світовими тенденціями розвитку інклюзивної реклами та підвищення гендерної чутливості медійного контенту.

Проте, гендерні стереотипи залишаються значущим і водночас викликовим аспектом українського рекламного дискурсу. Вони продовжують впливати на формування суспільної свідомості, забезпечуючи або закріплення наявних уявлень про соціальні ролі, або їхню трансформацію. Аналіз рекламних матеріалів свідчить про співіснування як традиційних, так і сучасних моделей гендерної репрезентації. Це робить питання важливим для подальших міждисциплінарних досліджень у таких галузях, як лінгвістика, соціологія та медіакомунікації.

Перелік посилань

1.Ігнатенко І. В. *Жіноче тіло у традиційній культурі українців*. Харків : Клуб сімейного дозвілля, 2016. 222 с.

2.Мишанич С. В., Пазяк М. М. *Українські прислів'я та приказки. Народна творчість*. Київ : Видавництво художньої літератури «Дніпро», 1984. 391 с.

3.Северинюк В. М. *Тематичний словник популярних українських прислів'їв та приказок з коментарями*. 3-тє вид. Тернопіль : Навчальна книга, 2014. 176 с.

ПАРЕМІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНО СВІДОМОЇ МОВНОЇ ОСОБИСТОСТІ

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Діхтяр Анастасія Валентинівна, група 1-М
***Науковий керівник*: д. філол. н., проф. Калько Валентина Володимирівна**

Сучасна освітня парадигма орієнтована на формування компетентної, духовно багатої, національно свідомої особистості, яка розуміє цінність рідного слова й національної культури, відчуває належність до українського етносу, добре знає мову, історію, традиції свого народу, а також прагне до примноження духовних цінностей та зміцнення України. Саме в процесі навчання української мови педагог допомагає школярам усвідомити мовну самобутність, неповторність ментальності, належність до етноспільноти. У цьому контексті прислів'я – один із найяскравіших засобів виявлення національного світогляду, морально-етичних норм і ментальних рис українців.

У прислів'ях, які є своєрідним «архівом» народної мудрості, найяскравіше представлена система національно-культурних помислів народу. Вони, передаючись від покоління до покоління, зберігають взірцевий образ українця, що, на думку дослідників, є особистістю з багатогранними знаннями, глибокою національною свідомістю, високими інтелектуально-творчими, духовно-моральними й естетичними чеснотами, патріотичними почуттями та працьовитістю [4, с. 6]. Паремію розуміємо як «відтворюване, етнокультурно марковане, здатне до трансляції прецедентне висловлення, що має буквальний або глибинний зміст, функціює як складник тексту і прагматично спрямоване на інтерпретатора» [2, с. 11]. Етнокультурна зануреність, орієнтація на загальнолюдські істини, фіксація народного досвіду, моральних норм і світогляду дають змогу вважати її потужним генетичним кодом української нації, який увібрав у себе багатовікові спостереження й узагальнення. Прислів'я акумулюють вікову народну мудрість, слугують моделями мовної поведінки, що робить їх ефективним інструментом формування національно свідомої мовної особистості школяра. Вони допомагають викристалізувати не лише духовно-моральний світ дитини, а й розвивати мовленнєвий етикет, підвищувати інтелектуальний рівень та національну свідомість учнів, розвивати почуття національного патріотизму [1, с. 32].

Завдання вчителя-словесника Нової української школи – ефективно провадити роботу, спрямовану на формування національно свідомого громадянина. Дієвим інструментом у цьому разі постають паремії, вивчення яких на уроках української мови та літератури сприятиме впровадженню таких основних постулатів національно свідомої мовної особистості.

По-перше, збереження мови та культури. Паремії як скарбниця народної мови зберігають її колорит, образність і багатогранність. Вони є ознакою культурно-мовної компетенції – здатності представників етноспільноти впізнавати в мовних одиницях і мовленнєвих продуктах культурно значущі настанови й норми, ціннісні орієнтири, а також організовувати свою комунікативну поведінку

та текстотворення згідно з цими культурними знаннями [2, с. 67]. Вивчаючи та використовуючи в мовленні паремії, учні поглиблюють своє розуміння рідної мови, її витоків і краси. Це також сприяє збереженню культурної спадщини, адже прислів'я часто відображають специфічні для культури цінності, вірування та звичаї, пор.: *Кожне сільце має своє слівце; Мудрій голові досить дві слові; Слово – не полова, язик – не помело.*

По-друге, передавання моральних цінностей. Народна мудрість пропонує універсальні уроки моралі, етики, соціальної взаємодії. Паремії вчать відповідальності, чесності, працьовитості, поваги до старших, любові до Батьківщини. Вони допомагають формувати систему цінностей, яка відповідає національним традиціям та європейським стандартам, напр.: *Без діла жить – тільки небо коптить; Розумний від зла біжить, а дурний його доганяє; Раз добром нагріте серце вік не прохолоне.*

По-третє, формування почуття патріотизму як фундаменту національної ідентичності. Національна самосвідомість кожної особистості ґрунтована на історичному «корінні» – сукупності звичаїв та традицій, передаваних від покоління до покоління. Патріотизм в українській традиції є не лише емоційною категорією, а й глибоким правовим та етичним зв'язком із рідною землею, пор.*: За рідний край і життя віддай; Україна – мати, умій за неї постояти; Кожна травичка на своєму корені росте; Вкраїна – мати, за неї треба головою стояти; Грудка рідної землі дорожча за золото.* Паремійні висловлення мають глибинний зміст, спрямований на захист інтересів держави та активну працю задля її процвітання, акцентують на тому, що це є обов'язком кожного, хто цінує своє коріння та прагне забезпечити майбутнє наступним поколінням.

По-четверте, збереження історичної пам'яті. Багато паремій відображають події минулого, народні уявлення про історичні постаті чи періоди. Вони є живим свідченням історії, що уможливлює нащадкам краще зрозуміти свій минулий шлях, усвідомити уроки історії та плекати почуття гордості за свою державу, пор.: *Козак із пригорщі нап'ється; Козак з біди не заплаче; Козацькому роду нема переводу; Заїхав за Дунай, та й додому не думай.*

По-п'яте, розвиток критичного мислення. З одного боку, паремії змістово прості, а з іншого – вони часто мають глибокий підтекст і потребують осмислення, пор.: *Без підпалу і вогонь не горить; Коваль коня кує, а жаба ногу підставляє*. Це спонукає до аналізу, пошуку зв'язків, порівняння із сучасністю, що розвиває здатність до критичного мислення та аналітичного підходу до подій, напр.: *З москалем дружи, а камінь за пазухою держи; Москаль тоді правду скаже, як чорт молитися стане.*

По-шосте, формування національного самоусвідомлення. Через паремії людина впізнає себе, свою спільноту, свої корені. Вони допомагають усвідомити, хто ми є, звідки походять наші цінності і яка наша роль у розвитку нації. Це формує міцне почуття національної належності та відповідальності за майбутнє своєї держави, пор.: *У Ляхів – пани, на Москві – реб'ята, а у нас – брати; Що Бог в нас народе, а люд наробе – москаль же теє у нівеч зводе; До свого роду хоч через воду; Нема в світі кращого, як родина, то вам скаже і дитина.*

По-сьоме, вироблення комунікативної поведінки. Прислів'я як самостійні, незалежні й самодостатні висловлення зорієнтовані на врегулювання поведінки людей. Вони мінімізують комунікативні зусилля мовців, полегшуючи процес передавання інформації, оскільки представлені й збережені в етносвідомості в готовому вигляді. Як відносно стабільні й відтворювані мовні знаки, вони мають високий ступінь актуальності й запитуваності в процесі комунікативної взаємодії [3, с. 40], а отже, сприяють виробленню культури комунікативної взаємодії, пор.: *Не мни слова, а говори просто; Не допікай другим, бо знайдуться такі, що й тобі допечуть; Не бачила оком, то не бреши язиком.*

Отже, паремії – це не просто яскраві вислови, а потужний інструмент у вихованні національно свідомої мовної особистості. Вони допомагають зберегти мову, передати моральні цінності, розкрити глибини історії та зміцнити почуття національної єдності. Активне використання паремій у навчанні та повсякденному житті сприятиме формуванню міцного національного підґрунтя та вихованню відповідальних громадян своєї держави. Паремії про рідний край, мужніх борців за волю українського народу продукують у людини стійке відчуття належності до своєї нації, що є основою державного патріотизму та психологічної стійкості. Народна мудрість виховує культуру слова, акцентуючи на відповідальності за кожне висловлювання. Це сприяє перетворенню мовця на свідомого носія мови, який розуміє її значення як «серця народу». Використання прислів'їв у повсякденній практиці та освіті дає змогу інтегрувати багатовіковий досвід предків у сучасне життя, робить процес національного виховання природним та глибоким. Паремії є невичерпним ресурсом для формування національно свідомої мовної особистості та виховання громадянина, який поєднує в собі любов до України, високу мовну культуру та непохитні моральні принципи.

Перелік посилань

1. Горбенко С. С. Моральний аспект патріотичного виховання. *Початкова школа*. 1984. № 5. С. 32–33.
2. Калько В. В. Українські паремії: семантика, синтактика, прагматика: монографія. Черкаси : Видавець Чабаненко Ю. А., 2019. 562 с.
3. Калько В. В. Українські паремії як мовленнєві акти. *Studia Ukrainica Posnaniensia. Zeszyt VIII/2*. Poznań: Universytet im. Adama Mickiewicza w Ponaniu, 2020. P. 33–44.
4. Стельмахович М. Г. Українська народна педагогіка. Київ : ВІПОЛ, 1997. 234 с.

ЕМОЦІЙІСТЬ ЯК ГЕНДЕРНО МАРКОВАНА КАТЕГОРІЯ МОВЛЕННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Журавльов Денис Вадимович, група 035-22-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Мова є одним із найважливіших засобів вираження внутрішнього світу людини. Через мовлення люди передають не лише інформацію, а й власні почуття, переживання, оцінки та ставлення до навколишньої дійсності. Емоції відіграють важливу роль у процесі комунікації, оскільки вони відображають індивідуальне сприйняття світу та формують мовну картину реальності. Саме тому емоційність є невід'ємним складником мовлення і проявляється на різних мовних рівнях – фонетичному, лексичному, синтаксичному та прагматичному.

Об'єктом дослідження є емоційність мовлення, а предметом – мовні засоби її вираження у гендерному аспекті. У роботі аналізуються особливості вербалізації емоцій у мовленні чоловіків і жінок.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням інтересу сучасної лінгвістики до проблем взаємодії мови, емоцій та гендеру. У сучасному суспільстві комунікація відіграє ключову роль у формуванні соціальних відносин, а емоційний складник мовлення є важливим чинником ефективної взаємодії між людьми. Дослідження мовних засобів вираження емоцій дає змогу глибше зрозуміти механізми комунікації та особливості мовної поведінки представників різних гендерів.

Особливий інтерес для сучасної лінгвістики становить дослідження емоційності мовлення у гендерному аспекті. Гендерна лінгвістика розглядає мовні особливості, які пов'язані з відмінностями мовної поведінки жінок і чоловіків. У мовленні чоловіків і жінок спостерігаються певні відмінності: жіноче мовлення зазвичай є більш емоційним і насиченим оцінною лексикою та зменшено-пестливими формами, тоді як чоловіче – більш стриманим і нейтральним. Так, О .А .Боговик досліджує гендерну специфіку вербальної репрезентації емоційних станів у художньому тексті [2, с.197-199]. Дослідниця вказує на важливість гендерної специфіки мовлення, яка залежить від вибору мовних засобів, що передають емоційні стани мовців, а також способи їх вербалізації [1, с. 54]. Мовлення не лише відображає гендерні відмінності, але й частково формує соціальні уявлення про жіночі та чоловічі ролі в суспільстві. Значну увагу проблемі емоційності в мові приділяють О .Воробйова, яка наголошує на важливості дослідження емоційного резонансу мовних одиниць та їх впливу на сприйняття висловлювання [4, с. 80-82]. Г .Кузенко простежує мовні засоби вираження емотивності та їхню роль у формуванні експресивності мовлення [4, с. 81-83].

Важливу роль у вираженні емоцій відіграють мовні засоби різних рівнів. Зокрема, на фонетичному рівні емоційність може передаватися через інтонацію, темп мовлення, наголос або повторення звуків. За спостереженнями дослідників, навіть окремі фонеми можуть викликати певні емоційні асоціації та посилювати експресивність висловлювання [4, с. 77-79]. На лексичному рівні емоційність реалізується за допомогою спеціальної емотивної лексики, вигуків,

прикметників оцінки, а також дієслів, що передають емоційні стани людини [2, с. 51-52].

Крім вербальних засобів, важливе значення має також невербальна комунікація, яка супроводжує мовлення. Жести, міміка, інтонація та інші паралінгвістичні елементи можуть підсилювати або уточнювати емоційний зміст висловлювання. Саме ці засоби уможливлюють визначення емоційного стану мовця та особливості його комунікативної поведінки. Дослідження мовних засобів вираження емоцій у гендерному аспекті є важливим напрямом сучасного мовознавства, оскільки воно дає змогу глибше зрозуміти взаємозв'язок між мовою, емоційною сферою людини та соціальними чинниками [5, с. 76]. Напр.: ***Імператриця Катерина*** *постійно цікавилася малоросійськими справами* [1, с.221]; ***Емігрант*** *Чижевський мешкав у багатьох країнах – Чехословаччині, США та ін., але найбільше в Німеччині* [1, с. 280]

Фактичний матеріал дослідження демонструє, що емоційність мовлення реалізується за допомогою різних мовних засобів. Наприклад, на лексичному рівні емоції можуть передаватися за допомогою дієслівних мовних одиниць: *В ті часи змушений був підробляти всяким майструванням* ***– теслярував, ремонтував електроапаратуру – збирав*** *гроші на помешкання, на меблі, на дітей.* ***Допомагав і допомагаю*** *батькам у селі* [1, с.289]. Емоційність мовлення в наведеному фрагменті реалізується насамперед через дієслівну лексику, що передає динаміку життєвих обставин, особистісне ставлення мовця та його внутрішній емоційний стан. Такі дієслова, як *«змушений був підробляти»*, *«теслярував»*, *«ремонтував»*, *«збирав»*, *«допомагав»*, не лише називають дії, а й актуалізують семантику напруження, відповідальності, турботи та самопожертовності. Через них мовлення набуває експресивного забарвлення, оскільки вони репрезентують досвід подолання труднощів і виконання соціально значущих ролей.

З погляду гендерної лінгвістики, емоційність у цьому висловлюванні може розглядатися як гендерно маркована категорія мовлення, що виявляється у способах вербалізації життєвого досвіду, цінностей і соціальних обов'язків. У цьому випадку емоційна насиченість не виражається через прямі оцінні чи афективні слова, а опосередковується через опис праці, відповідальності за родину та підтримки батьків. Така стратегія мовленнєвої репрезентації свідчить про стриману, імпліцитну емоційність, яка зазвичай пов'язується із маскулінним типом комунікативної поведінки, де почуття передаються через факти діяльності, обов'язок і практичну турботу.

Отже, емоційність як гендерно маркована категорія мовлення в цьому матеріалі виявляється через дієслівні засоби, що поєднують інформативну та експресивну функції, формуючи образ відповідального, працьовитого мовця, для якого емоції реалізуються через дію, а не через безпосередню вербалізацію почуттів.

У художньому мовленні активно вживаються образні засоби, зокрема метафори. Напр.: *to carry a burden of guilt*; напр.: епітети *sad eyes, happy smile*; напр.: порівняння *as sly as a fox, pale like a ghost* [6, с. 154].

На фонетичному рівні емоційність може підсилюватися повторенням звуків або ритмічними поєднаннями слів, наприклад: hanky-panky, chitchat, teeny-weeny, razzle-dazzle [6, с.155]. Подібні мовні конструкції зазвичай мають жартівливий або експресивний характер і викликають у слухача певні емоційні асоціації.

Гендерні особливості також проявляються у виборі мовних засобів. Жінки активніше вживають оцінні прикметники, інтенсифікатори та образні засоби, тоді як чоловіки можуть частіше вдаватися до прямолінійних висловлювань або професійної та термінологічної лексики. Наприклад: *How lovely to see you! I'm extremely sorry to have troubled you. This plan could save us a tremendous amount of money* [6, с. 157].

Отже, аналіз мовних засобів вираження емоцій у гендерному аспекті дає змогу виявити особливості мовної поведінки чоловіків і жінок, а також визначити роль емоційного складника у формуванні комунікативної взаємодії. Саме тому дослідження цієї проблематики є актуальним і перспективним напрямом сучасної лінгвістики.

Перелік посилань

1.Апокрифи Клари Гузик. За загальною редакцією Л.Івшиної. Видання перше. Київ: ЗАТ «Українська прес-група», 2005.448с.

2 Боговик О.А. До питання класифікації немодальних значень модальних предикатів (на матеріалі української та англійської мов). *Фаховий науково-виробничий журнал «Держава та регіони». Серія: Гуманітарні науки.* 2018. № 4 (55). 50-54 с.

3. Боговик О.А. Ґендерна специфіка вербальної репрезентації емоційних станів (на матеріалі роману Сідні Шелдона «Nothing lasts forever»). Закарпатські філологічні студії. 2020. Вип. 14, т. 2. С. 196-200.

4. Воробйова О.П. Ідея резонансу в лінгвістичних дослідженнях. *Мова. Людина. Світ : До 70-річчя професора М.П. Кочергана : зб. наук. ст*. Київ : Центр КНЛУ, 2006. С. 72-86.

5. Кузенко Г.М. Мовні засоби вираження емотивності. *Наукові записки НаУКМА*. 2000. Т. 18: *Філологічні науки*. С. 76–83.

6. Hall J.A. Nonverbal Sex Differences: Communication, Accuracy and Expressive Styles. Cambridge, 2013. С. 150-159.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАНСПОЗИЦІЇ В УКРАЇНОМОВНОМУ ПЕРЕКЛАДІ РОМАНУ СТІВЕНА КІНГА «КЛАДОВИЩЕ ДОМАШНІХ ТВАРИН»

Навчально-науковий інститут економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Криворізького національного університету

Зима Надія Олегівна, група ФЛ-22
***Науковий керівник*: к.пед.н., доц. Остапенко Світлана Анатоліївна**

У сучасному перекладознавстві дедалі більшої уваги набуває вивчення перекладацьких трансформацій як ключового інструменту досягнення адекватності й еквівалентності між текстом оригіналу та перекладом. Особливо це стосується художнього перекладу, де важливо не лише передати зміст, а й відтворити індивідуальний стиль автора, емоційне забарвлення, культурні конотації та прагматичний ефект тексту.

Англійська та українська мови належать до різних мовних типів і характеризуються суттєвими відмінностями в граматичній будові, синтаксичних моделях і способах вираження змісту. Англійська мова тяжіє до аналітичності, тоді як українська – до синтетичності, що зумовлює необхідність частого застосування граматичних трансформацій у процесі перекладу. У цьому контексті значну роль відіграє транспозиція частин мови – одна з базових граматичних трансформацій, яка передбачає зміну морфологічної категорії слова при збереженні його семантики. Саме транспозиція дозволяє перекладачеві уникнути буквального відтворення структури оригіналу та досягти природності мовлення в тексті перекладу.

Матеріалом для аналізу слугує роман Стівена Кінга «Кладовище домашніх тварин», який вирізняється насиченістю емоційно-експресивних засобів, розмовною лексикою та складною синтаксичною організацією. Мета дослідження полягає у виявленні особливостей застосування транспозиції частин мови в перекладі даного твору українською мовою, а також у визначенні її ролі в досягненні адекватності та збереженні стилістичної своєрідності оригіналу.

Транспозиція частин мови належить до лексико–граматичних перекладацьких змін і полягає в тому, що під час перекладу слово переходить до іншої граматичної категорії чи класу. [2]

К. Недбайло виокремлює різновиди переходів слова залежно від цільового класу або функції слова, серед яких слід зазначити субстантивацію (номіналізацію), ад’єктивацію, вербалізацію, адвербіалізацію та прономіналізацію. Така класифікація дозволяє більш детально аналізувати механізми лексико-граматичної трансформації та їх роль у досягненні семантичної та функціональної адекватності перекладу [3].

У процесі роботи над романом Стівена Кінга «Кладовище домашніх тварин» та перекладом, виконаним Анатолієм Пітиком та Катериною Грицайчук, було виявлено всі різновиди транспозиції, найпоширенішою з яких є **ад’єктивація** (переклад прикметником): *in the shock and unhappy passion of the*

moment – шокований і вражений, the sleeper – сплячий, you missed all the ***excitement*** *– ти пропустив усе* ***найцікавіше****,* ***pistol*** *shot snap –* ***револьверний*** *постріл, climbing an* ***apple*** *tree – вилазячи на* ***яблуневе*** *дерево,* ***fir*** *branches –* ***смерекових*** *галуз, it was Pascow's* ***ghost*** *– це був* ***призрачний*** *Паскоу,* ***quartz*** *sand –* ***кварцового*** *піску,* ***the pirate*** *tales –* ***піратські*** *історії, chunk of* ***rock*** *–* ***кам'яна*** *брила, firm* ***ground*** *–* ***земну*** *твердь, mutt up – блохастий, the* ***wood*** *path –* ***лісова*** *стежка, the* ***night*** *air –* ***нічне*** *повітря, the* ***house*** *lights –* ***хатнє*** *освітлення,* ***Boston*** *doctors –* ***бостонські*** *лікарі,* ***Maine*** *forest –* ***мейнський*** *ліс,* ***bed*** *sheets –* ***постільні*** *простирадла,* ***front*** *door –* ***передні*** *двері,* ***toy*** *box –* ***іграшкова*** *скриня* [4; 1]

Вербалізація (переклад дієсловом) представлена наступними прикладами: *There was nothing* ***readable*** *– годі було щось* ***розібрати*** *вербаліз, he's* ***hungry*** *– він* ***зголоднів****, pallbearers –* ***нести*** *труну,* ***emerging*** *is more difficult than* ***entering*** *–* ***випірнути*** *не так легко, як* ***пірнути****, he was* ***frightened*** *– він* ***боявся****, he had any interest in* ***buying*** *– чи не хоче Луїс* ***придбати****, the ground mist was* ***thinner*** *– туман* ***стоншився****, a sudden* ***noise*** *– раптово* ***грюкнуло****, he was* ***silent*** *– він* ***мовчав****, a burst of* ***laughter*** *– вони* ***розреготалися****, a moment of* ***hesitation*** *– він* ***вагався****, a sense of wrongness – його* ***пройняла*** *тривога* [4; 1]

Продемонструємо застосування **номіналізації** (переклад іменником) прикладами з роману***:*** *He felt* ***sad*** *and* ***angry*** *and* ***unhappy*** *– У його душі водночас панували і* ***сум****, і* ***злість****, і* ***збентеження****, we're* ***lucky*** *– та ми* ***щасливчики****,* ***suffered*** *because of his death –* ***страждання*** *через смерть улюбленця, they* ***burried*** *him in the backyard –* ***поховання*** *відбулося на задньому дворі, Rachel* ***screamed*** *as loud as she could –* ***крик*** *Рейчел лунав по всьому сусідству, he was* ***worried*** *about this accident – він відчував вильну* ***тривогу*** *через це* [4; 1]

Найменш вживаним різновидом транспозиції в перекладі роману «Кладовище домашніх тварин» є **адвербалізація** (переклад прислівником)***:*** *with hesitation – вагавшись, without warning he came – несподівано, with regret – жалкуваши, he tried* ***in vain –*** *він намагався* ***марно****, stepped back* ***in fear*** *– відступив* ***перелякано,*** *answered* ***with difficulty*** *–* ***важко*** *відповіла, she listened* ***in sorrow*** *– вона* ***сумно*** *слухала* [4; 1]

У результаті дослідження встановлено, що транспозиція частин мови є важливим інструментом перекладача, який дозволяє не лише передати зміст оригінального тексту, але й забезпечити його природне звучання в українській мові. Найчастіше спостерігаються переходи між іменниками, дієсловами та прикметниками, що зумовлено відмінностями в граматичній структурі англійської та української мов.

Аналіз перекладу роману «Кладовище домашніх тварин» українською мовою показав, що використання транспозиції сприяє збереженню емоційної напруги, стилістичної виразності та індивідуального авторського стилю. Водночас такі трансформації часто є необхідними для уникнення калькування та досягнення комунікативної еквівалентності.

Отже, транспозиція частин мови виступає ефективним засобом перекладацької адаптації, що забезпечує гармонійне поєднання точності й природності

перекладу, а також підтверджує важливість гнучкого підходу до відтворення художнього тексту.

Перелік посилань

1. Кінг С. Кладовище домашніх тварин : роман / пер. з англ. А. Пітика, К. Грицайчук. Харків : Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля», 2015. 400 с.

2. Науменко Л. П., Гордєєва А. Й. Практичний курс перекладу з англійської мови на українську: навч. посібник. Вінниця : Нова Книга, 2011. 136 с.

3. Недбайло К. М. Транспозиції частин мови в перекладі з англійської мови на українську : (на матеріалі художніх текстів) : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. філ. наук : 10.02.16. Київський національний університет ім. Тараса Шевченка. URL: https://otherreferats.allbest.ru/languages/00600610_0.html/

4. King S. Pet Sematary. New York : Scribner, 2018. 416 p.

ТЕРМІН «МОВА ВОРОЖНЕЧІ» У СУЧАСНОМУ НАУКОВОМУ ДИСКУРСІ

ХНПУ імені Г. С. Сковороди

Іванська Ірина Андріївна, група 52-М
***Науковий керівник*: д.ф.н, проф. Піддубна Н. В.**

У сучасному світі, позначеному стрімким розвитком цифрових технологій, соціальних мереж і гібридних інформаційних війн, «мова ворожнечі» стає одним із найнебезпечніших інструментів соціальної дестабілізації. Вона не лише відображає наявні упередження та конфлікти, але й активно їх провокує, сприяє поляризації суспільства, дискримінації та навіть реальному насильству. Особливо актуальною ця проблема є для України в умовах повномасштабної війни, коли ворожа пропаганда активно використовує мову ненависті для розколу суспільства, розпалювання міжетнічної чи релігійної ворожнечі та підриву національної безпеки.

Маємо на меті дослідити наукові потрактування поліпарадигмальних визначень учених – представників різних наукових галузей і формулювання оптимального лінгвістично орієнтованого визначення.

Актуальність дослідження зумовлена тим, що в умовах глобального інформаційного простору слова ненависті миттєво поширюються, масово впливають на суспільну свідомість і можуть спричиняти реальні соціальні потрясіння, однак на сьогодні мовні механізми й засоби вербалізації мовної ворожнечі досліджені недостатньо.

Мова ворожнечі була об’єктом наукового аналізу вітчизняних і зарубіжних дослідників, зокрема А. Бойко, Т. Бондаренко, А. Вебер, О. Верховського, О. Горбачової, Дж. Джакобса, Т. Ісакової, Г. Кожевнікової, К. Поттера, В. Савончак тощо. У лінгвістичному аспекті мову ворожнечі досліджували також М. Гречихін, О. Коробкова, Г. Колесник, Е. Понарін, Н. Сидоренко, Л. Ставицька, О. Тараненко, Г. Черненко та інші.

Поняття «мова ворожнечі» не має єдиного універсального визначення ні в міжнародному праві, ні у вітчизняній лінгвістичній науці. Воно інтерпретується залежно від контексту — правового, лінгвістичного, соціологічного чи психологічного. У цій роботі увагу сфокусовано на лінгвістичному аспекті, де відповідно, мова ворожнечі розглядається як специфічний феномен, що характеризується використанням певних лексичних, граматичних і стилістичних засобів, прагматичний потенціал яких використаний для вираження негативної оцінки, приниження гідності та стимулювання ворожнечі щодо певних соціальних груп.

На міжнародному рівні важливим є визначення Ради Європи (Рекомендація Комітету Міністрів Ради Європи № 97(20)), згідно з яким «мова ворожнечі» (англ. hate speech) розглядається як усі види висловлювань, котрі поширюють, розпалюють, підтримують або виправдовують расову ненависть, ксенофобію, антисемітизм й інші форми ненависті, викликані нетерпимістю, зокрема такою, що виявляється у формі агресивного націоналізму та етноцентризму, дискримі-

нації меншин і ворожого ставлення до них, а також іммігрантів та осіб, що за своїм походженням належать до іммігрантів [1].

У правовому полі поняття мови ворожнечі розглядається передусім як суспільно небезпечне явище, що пов'язане з дискримінацією та підбурюванням до насильства. Так, на думку правозахисників Дж. Джакобса та К. Поттера, «мова
ворожнечі – термін, який належить до низки негативних висловів, починаючи від підбурювання і закінчуючи ненавистю, зловживанням, дискредитацією, образливими словами та епітетами, і, можливо, надзвичайними прикладами упередження» [2].

Подібний підхід демонструє й О. Горбачова визначає мову ворожнечі як «будь-яку публічну «мовну» дію, прямо чи опосередковано засновану на ксенофобії, яка видозмінює, спотворює соціальні відносини, слугує причиною агресії, насилля, ворожнечі та конфліктів за принципом національного, релігійного, соціального чи іншого розрізнення» [4].

У лінгвістичному полі акцент зміщується на мовні засоби та механізми реалізації інтолерантності. Зокрема, Г. Колесник розглядає мову ворожнечі як висловлювання з «вкрай негативною конотацією щодо представників окремих соціальних груп за расовою, етнічною, мовною, релігійною, сексуальною приналежністю, людей із певними фізичними або розумовими вадами» [3]. Дослідниця акцентує увагу на лінгвальних та екстралінгвальних факторах (жести, меми, символи), які посилюють агресію в умовах соціально-політичної дестабілізації.

О. Коробкова визначає мову як «мовне вираження інтолерантності, або лінгвістично виражену нетолерантність». Цю думку підтримує М. Гречихін, що розглядає мову інтолерантності як «комунікативно-мовний механізм зниження соціокультурного статусу іншого» [4].

Таким чином, спільним для більшості визначень є акцент на дискримінаційному та принизливому характері комунікації, її спрямованості проти груп за незмінними ознаками ідентичності та потенційній загрозі соціальній стабільності.

На нашу думку, мова ворожнечі — це будь-яка форма комунікації (вербальна, невербальна, візуальна чи поведінкова), яка свідомо або несвідомо принижує гідність особи чи групи людей за ознаками, що не залежать від їхнього вибору (раса, етнічне походження, національність, релігія, стать, сексуальна орієнтація, інвалідність тощо), поширює стереотипи, дискримінацію та підбурює до ворожнечі або насильства, порушуючи принципи рівності, толерантності й гідності людини.

Це визначення поєднує лінгвістичний, соціальний і правовий аспекти, підкреслюючи, що для виявлення та дослідження мови ворожнечі вкрай важливим є врахування мовних і позамовних чинників, не окремих мовних елементів, а всього комунікативного дискурсу.

Таким чином, мова ворожнечі є руйнівним соціолінгвістичним феноменом, що функціонує як дискурсивний інструмент розпалювання ворожнечі та порушення принципів рівності й людської гідності. Цей тип дискурсу характе-

ризується негативнооцінними лексичними, стилістичними та прагматичними засобами, спрямованими на приниження соціальних груп за ознаками ідентичності, дослідження яких на конкретному мовному матеріалі вбачаємо перспективним.

Перелік посилань

1. Рекомендація № (97) 20 Комітету міністрів Ради Європи державам-учасницям з питань «розпалювання ненависті». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_093 (дата звернення: 01.04.2026).

2. Колесник Г. «Мова ворожнечі» як соціальний та лінгвістичний феномен / Г. Колесник. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Філологія. Журналістика. 2021. Т. 32(71), № 4(3). С. 278-283. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/UZTNU_filol_2021_32(71)_4(3)__48.

3. Горбачова О. В. Мова ворожнечі : ксенофобія чи безладність [Електронний ресурс] / О. В. Горбачова // Правий екстремізм і толерантність : з досвіду України та Німеччини. – К.: Заповіт, 2008. – С. 36-43. URL: http://library.fes.de/pdf-files/bueros/ukraine/06708.pdf.

4. Мова ворожнечі, мова ненависті, hate speech // Енциклопедія прав людини: соціальнопедагогічний аспект: [колективна монографія] / за заг. ред. проф. Н. А. Сейко; відп. ред. Н. П. Павлик. – Житомир : Волинь, 2014. – С. 178–179.

ВЖИВАННЯ АБРЕВІАТУР В МЕДІА (НА ОСНОВІ МАТЕРІАЛІВ BBC NEWS)

Навчально-науковий інститут економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
Криворізького національного університету

Кащенко Софія Артемівна, група ФЛ-24
***Науковий керівник*: к.пед.н., доц. Остапенко Світлана Анатоліївна**

В сучасному інформаційному суспільстві засоби масової інформації відіграють важливу роль у формуванні суспільної думки та висвітленні актуальних політичних, економічних і культурних подій. Динамічний розвиток англомовного медіапростору зумовлює зміни в мові журналістики, яка прагне до лаконічності та інформативності.

Абревіатури широко застосовуються для позначення міжнародних організацій, державних установ, соціальних і технологічних понять, економічних показників та політичних процесів.

Особливо активно абревіації фігурують у сфері масової комунікації, це пов'язано з тим, що медіатексти мають бути лаконічними та зрозумілими широкій аудиторії. О. Москалюк зазначає, що «абревіатури є важливим маркером мови наукових дискурсів, оскільки вони допомагають писати й читати тексти більш ефективно та швидко» [1, с. 120]. Авторка підкреслює, що «використання абревіатур дозволяє економити час і простір, замість повторення довгих і складних термінів використовується коротка форма» [1, с. 120].

Метою наукової розвідки є аналіз функціонування абревіатур у матеріалах BBC News з метою виявлення їхніх структурних, семантичних і функціонально-стилістичних особливостей. Матеріалом дослідження слугували статті політичної, економічної, технологічної та соціально-культурної тематики, опубліковані у період із січня по березень 2026 року.

У ході аналізу політичних текстів було виділено ініціальну абревіацію: *US, USS, HRANA, UK, MP*, *HMS, EU, CMA, UN, AFP, BBC, TAF, CEO, UNHCR, IRGC, DIA, EPA, CPAC, DC, USA, RAF,* та ACC. Окрему групу становлять однолітерні графічно-ініціальні скорочення *R* та *L*, які в медійному дискурсі функціонують переважно як маркування.

До категорії усічень (clippings) належить абревіатура *bn* (billion).

Водночас, результати дослідження дають підстави стверджувати, що апокопа не є розповсюдженим явищем у політичних статтях видання.

Шляхом телескопії (blending) утворені терміни *Centcom, Cobra, Safe*.

Крім того, виокремлено групу графічних скорочень, до яких належать *£150bn, 15-point, UN80, No 10, 82nd Airbone*.

За семантичними ознаками виявлені абревіатури було розподілено на декілька тематичних груп. До геополітичних назв та державних об'єднань належать *UK, US, USA, DC, EU, UN*. Військову сферу та оборонні структури репрезентують *USS, HMS, RAF, USAF, IRGG, US Marines, Centcom, 82nd Airborne, TAF*. Державні міжнародні та правові інституції охоплюють наступні скорочення:

MP, MPs, CMA, UNHCR, ACC, No 10, Cobra, CPAC, UN80. До сфери інформаційних служб відносяться *BBC, AFP, EPA* та *HRANA*. Окрему групу становлять економічні показники, посади та специфічні характеристики, зокрема *CEO, £150bn, 15-point, Safe, US-based*.

Загалом варто зазначити, що в політичних матеріалах BBC News кількісно переважають ініціалізми. Використання таких абревіатур дозволяє читачам миттєво ідентифікувати ключових політичних гравців та інституцій, що забезпечує ефективну передачу інформації в умовах обмеженого текстового простору.

В економічному блоці найчисленнішу групу також становлять ініціальні абревіатури, до яких належать: *MPs, BBC, UK, GDP, AI, US, WEF, CEO, FBI, OBR, NHS, ONS, CPI, KC, HKETO, DPG, ID, ABC* та *GMT.*

Усічення (clippings) представлені одиницями титулів: *m, bn, tn ma St.*

Варто зауважити, що такі форми скорочень, як апереза чи телескопія, у дослідженому масиві економічних статей виявлені не були. Це свідчить про тяжіння фінансового дискурсу до стандартизованих та консервативних способів словотворення.

Окрему увагу приділено графічним скороченням та нетиповим формам, серед яких виокремлено змішане скорочення *BoE*, лексикалізовану форму абревіатури *Isas*, що функціонує в мові як повноцінне іменне слово, а також однолітерне графічне скорочення *J*.

З погляду семантичного наповнення економічні абревіатури включають *m, bn, GDP, tn, BoE, OBR, ONS, Isas* і *CPI.* Політичні та державні одиниці представлені *MPs, UK, US, KC, HKETO* та *DPG.* Назви організацій і установ охоплюють *BBC, WEF, FBI, NHS*. Посадові та статусні абревіатури представлені *CEO*, технологічні – *AI*, часові та географічні – *St* і *GMT*, ідентифікаційні та службові – *ID*, а медійні та культурні – *J*. Таким чином, у матеріалі переважають ініціальні абревіатури економічної, політичної та інституційної семантики, що відображає тематичну спрямованість сучасного медіадискурсу.

Аналіз технологічного блоку виявив групу ініціальних абревіатур: *UK, BBC, AI, DMs, PA, IPO, US, NASA, NYC, AARP, ADHD, IP.* Ці одиниці позначають як глобальні організації, так і вузькоспеціалізовані поняття зі сфери технологій.

Другою чисельною групою є усічення (clipping), що свідчить про ступінь демократизації та неформальності дискурсу: *Apps, Tech, Photo, Ad, TV, Math, Info, Teens, Phone, Clips, Prompts, App, tn, bn, m.* На відміну від попередніх блоків, у цій категорії зафіксоване явище аферези, представлене одиницею *Phone*.

Особливу роль в цьому блоці відіграє телескопія (blending), оскільки цей спосіб найчастіше використовується для найменування продуктів і явищ: *Chatbox, Robotaxi, Deepfake, Seedance.* Завершують класифікацію графічні скорочення, які використовуються для оформлення адрес, дат та титулів: *Jan, Dec, St, Prof, Dr.*

Семантичний простір охоплює кілька ключових сфер: 1) іноваційні технології: *AI, Apps, App, Tech, Robotaxi, Chatbot, Deepfake, Seedance, Podcast*; 2) комунікаційні та цифрові медіа-платформи: *DMs, Info, Clips, Prompts, TV, Phone, Photo, Ad*; глобальні організації, наукові та державні інституції: *NASA, UK, US,*

BBC, PA, NYC, AARP, IPO, IP. Окремо виділено сектор медицини, освіти та науки (*ADHD, Math, Prof., Dr*) та кількісно-часові показники (*tn, bn, m, Jan, Dec, St*).

Отже, домінування ініціальних абревіатур в поданому блоці у поєднанні з активним використанням усічень та телескопізмів відображає динамічну природу технологічних новин. Висока концентрація абревіатур у цих сферах свідчить про намагання медіа оперативно адаптувати технічну термінологію до повсякденного вжитку, роблячи новини про високі технології доступними для масової аудиторії.

Останім етапом дослідження став аналіз соціально-культурних матеріалів. Найчисленнішу категорію складають ініціальні абревіатури: *US, UK, TMZ, HBO, FBI, BBC, AI, CEO, CIO* та *TV.* Другу групу складають усічення, що підкреслюють менш формальний характер культурного дискурсу: *Mob, Fan, Photos, Promo, Scams, Tech, Info, Photo, Ad*. Характерною особливістю цього блоку є наявність аферез та апокоп, представлених формами *'cause, 'round, 'em, 'til,* що вказує на наближеність медіатексту до живої розмовної мови. Високу продуктивність у сфері культури демонструє телескопія (blending) та складні номінації, зокрема: *Romcom, Sci-fi, Blockbuster, Showrunner, Scandi, Cliffhanger, Backstory, Namechecked, Bookcase, Guildhall, Bestselling, Romantasy* та *Podcast.* Завершують класифікацію графічні та комбіновані скорочення, як-от *s6, s2:12, $2m* та *St*, що використовуються для лаконічного позначення хронології, фінансових сум та адрес.

Семантичний простір даного блоку охоплює кілька домінантних сфер: кінематограф і літературу (*Romcom, Sci-fi, Romantasy, Showrunner, Bestselling*), медіа-індустрію та шоу-бізнес (*HBO, TMZ, BBC, Podcast, Promo*), а також соціальну комунікацію та побут (*Scams, Info, Photo, Ad*). Окрему роль відіграють адміністративні та геополітичні ідентифікатори (*US, UK, FBI, CEO*), що інтегрують культурні події у ширший суспільний контекст.

Отже, аналіз матеріалів BBC News засвідчив, що в усіх тематичних блоках найпродуктивнішими є ініціальні абревіатури. Друге місце за частотністю посідають усічення, які є особливо характерними для технологічних та соціально-культурних текстів, тоді як аферези та телескопія виявилися менш уживаними й переважно властивими неформальним жанрам. Найуживанішими абревіатурами в досліджуваному корпусі є *UK, US, BBC* та *AI*, що пояснюється їхньою високою частотністю в сучасному англомовному медіадискурсі.

Перелік посилань

1. Москалюк О. В. Абревіатури як особливий маркер мовлення в сучасному англомовному науковому дискурсі. *Modern Philology*. № 3. 2025. С. 118–123

2. BBC Home – Breaking News, World News, US News, Sports ... URL: https://www.bbc.com/

ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ МОВЛЕННЄВОЇ ПОВЕДІНКИ СТУДЕНТІВ У НЕФОРМАЛЬНОМУ СПІЛКУВАННІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кермас Анастасія Михайлівна, група 035-22-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Гендерна лінгвістика – це галузь мовознавства, що досліджує взаємозв'язок між мовою та статтю / гендером. Вона вивчає, яким чином суспільні гендерні ролі, стереотипи та соціальні відносини відображаються й закріплюються у мовленні [1, с. 15]. У сучасному молодіжному середовищі спостерігається поступова трансформація традиційних уявлень про маскулінність і фемінність, що знаходить своє відображення у мовленнєвій поведінці студентської молоді. Неформальне студентське спілкування характеризується активним послуговуванням молодіжного сленгу, емоційно забарвленої лексики, гумору, іронії та запозичень із цифрового середовища. Унаслідок цього межі між традиційними моделями чоловічої та жіночої комунікації поступово стираються.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням наукового інтересу до гендерних аспектів мовлення в сучасній лінгвістиці. У студентському середовищі активно формуються нові комунікативні моделі, які відображають суспільні трансформації та зміну усталених гендерних ролей. [4, с. 48]. Мова як динамічна система постійно оновлюється: виникають нові сленгові одиниці, трансформуються способи комунікації, а кожне покоління привносить свої мовні особливості. [3, с. 27]. Саме це зумовлює особливу актуальність дослідження на сучасному етапі. Неформальне спілкування студентів є важливим об'єктом лінгвістичного аналізу, оскільки саме в ньому найбільш виразно виявляються мовленнєві особливості молоді.

Отже, вивчення гендерних особливостей студентського мовлення є перспективним і актуальним напрямом сучасних лінгвістичних досліджень.

У неформальному спілкуванні студенти дедалі активніше демонструють схожі мовленнєві моделі незалежно від статі. Молоді чоловіки нерідко використовують мовні засоби, які раніше традиційно асоціювалися з жіночим мовленням, зокрема емоційно-оцінну лексику та експресивні вигуки. Водночас як юнаки, так і дівчата активно послуговуються спільним цифровим комунікативним простором, зокрема соціальними мережами, звідки запозичують *меми, сленгові одиниці та нові мовні формули*. У повсякденному спілкуванні представники обох статей широко вживають молодіжний сленг, спрощені мовні конструкції, а також активно вдаються до емоційності, гумору та іронії. Це свідчить про поступове

традиційних гендерно маркованих мовленнєвих відмінностей і формування спільного комунікативного стилю в студентському середовищі. [2, с. 102].

У неформальному студентському спілкуванні простежується активне використання розмовної, емоційно забарвленої та стилістично зниженої лексики, що відображає невимушений характер комунікації. Зокрема, під час обгово-

рення навчального процесу студентки часто вдаються до емоційно-оцінних висловлювань, наприклад, характеризуючи лекційне заняття як надто нецікаве та монотонне. Напр.: *Це заняття* ***реально скучняк,*** *ледь слухала* (розм). У висловлюваннях студентів щодо підготовки до заліку переважає стримана, лаконічна манера мовлення, спрямована на раціональне оцінювання ситуації та пошук способів її вирішення. Напр.: *Та* ***все ок****, просто треба підготуватися до заліку* (розм); ***Канєшно****, я обов'язково буду готуватися до заліку…* ***ага, щас,*** *як завжди в останню ніч* (розм). . У мовленні молодих чоловіків також спостерігається активне вживання експресивної лексики для передачі емоційного ставлення до навчальних труднощів, зокрема у ситуаціях, пов'язаних із забуванням необхідних речей або технічними незручностями. Напр : ***Блін,*** *забув* ***ноут*** *вдома, тепер доведеться* ***шрайбать***(розм). Водночас у спілкуванні студентів щодо цифрового контенту поширеними є емоційні реакції, елементи сленгу та посилання на популярні соціальні платформи, що свідчить про значний вплив цифрового середовища на молодіжну комунікацію. Напр: ***Шо ти кажеш****, це* ***реально смішно****, подивися в TikTok*» (розм). Характерною ознакою неформального мовлення студентів є також уживання скорочених форм слів, просторічних конструкцій і розмовних маркерів, які забезпечують швидкість та невимушеність комунікації. Наприклад, у висловлюваннях про навчальні заняття, домашні завдання чи спільну підготовку до занять простежується тенденція до спрощення мовних засобів, що сприяє створенню дружньої атмосфери спілкування. Напр.: *Мені здається,* ***сьодня пара*** *буде* ***шот****, бо* ***препод*** *швидко пояснює* (розм). Окрему роль у студентському середовищі відіграють висловлювання підтримки, які часто мають просту, емоційно насичену форму та виконують функцію психологічної взаємодопомоги. Напр.: ***Лади****, давай пізніше разом зробимо домашку* (розм); ***Нічо****, завтра спробуємо ще раз, все вийде* (розм). Крім того, у молодіжному мовленні поширеними є самоіронія, жартівливі коментарі та саркастичні репліки, особливо в контексті навчального навантаження. Напр.: ***Слиш,*** *ти бачив той мем? Просто* ***капець*** (розм). Це свідчить про те, що неформальне студентське спілкування поєднує емоційність, динамічність, цифрову обумовленість і тенденцію до стирання традиційних гендерних відмінностей у мовленнєвій поведінці.

Більш детальний аналіз неформального мовлення студентів дає змогу виявити не лише зовнішню подібність мовленнєвих практик, а й механізми їх формування, а також приховані відмінності, що не завжди проявляються на поверхневому рівні. Насамперед, доцільно звернути увагу не лише на лексичний склад висловлювань, а й на функціональне навантаження мовлення. Попри те, що мовні засоби, якими послуговуються студенти різної статі, часто збігаються, їхнє комунікативне призначення може відрізнятися. Наприклад, однакові емоційно забарвлені вислови в одних випадках виконують функцію емоційного співпереживання, а в інших – слугують засобом оцінки, дистанціювання або зниження значущості ситуації.

Отже, гендерні особливості сучасного студентського мовлення дедалі частіше виявляються не в тому, *що* саме говорять мовці, а в тому, *з якою комунікативною метою* вони це роблять. Важливим аспектом аналізу є також відмін-

ності у стратегіях підтримки діалогу. У неформальному спілкуванні студентки частіше вдаються до підтримувальних мовленнєвих тактик: використовують репліки-підтвердження, уточнювальні запитання, емоційні реакції, що сприяє розгортанню комунікації та підтриманню контакту. Натомість мовлення студентів-чоловіків традиційно частіше характеризується лаконічністю, стриманістю та мінімальною реактивністю. [4, с. 40]. Проте сучасне студентське середовище репрезентує поступове стирання і цих відмінностей: юнаки дедалі активніше включаються в емоційне обговорення, тоді як дівчата, зазвичай, обирають стислі й функціонально зосереджені форми висловлювання.

На окрему увагу заслуговує роль гумору та іронії як важливих маркерів комунікативної поведінки. У студентському середовищі гумор виконує не лише розважальну, а й соціально-регулятивну функцію: він сприяє зниженню напруги, формуванню групової солідарності та підтриманню невимушеної атмосфери. Водночас способи послуговування засобами гумору – неоднакові. Іронія у мовленні юнаків частіше слугує засобом дистанціювання, приховування емоцій або уникнення прямої оцінки, тоді як у мовленні дівчат вона нерідко виконує функцію спільного переживання ситуації та емоційного зближення. Однак поширення мемної культури значною мірою нівелює ці відмінності, формує спільний комунікативний код, зрозумілий усім учасникам взаємодії. Наведемо кілька прикладів гумористичних мовленнєвих конструкцій, що виникають під впливом цифрових трендів, зокрема соціальних мереж. «**Нішевість**» з іронією, для позначення незвичних або навіть абсурдних занять. Наприклад: ***Бро****, ходімо до церкви, кажуть, це додає так званої* ***нішевості*** (розм). Подібні висловлювання поєднують самоіронію, гіперболізацію та наслідування актуальних інтернет-трендів. Окрім того, у мовленні студентів активно функціонують *мемні* лексеми та словосполучення , що виконують роль емоційної або іронічної реакції на ситуацію. Зокрема, поширеним є вживання мовної одиниці «**потужно**» у жартівливому або саркастичному значенні. Наприклад: *Я не підготувалася до заліку. Це так*
потужно (розм). Ця лексема втрачає своє пряме значення і набуває іронічного відтінку, підкреслюючи абсурдність або перебільшення ситуації.

Ще одним важливим аспектом є рівень прямоти висловлювання. Традиційні уявлення про прямолінійність чоловічого мовлення та обережність жіночого в сучасному студентському середовищі втрачають свою однозначність. Сьогодні студентки дедалі активніше вживають прямі, категоричні та емоційно насичені висловлювання, тоді як студенти-чоловічої статі свідомо вдаються до пом'якшених форм – жарту, сарказму, перебільшення – з метою уникнення конфлікту або збереження комунікативного комфорту.

Окремо варто відзначити явище метамовної іронії, коли сам сленг стає об'єктом жарту. Наприклад: Це вже ***крінж*** казати «***крінж***» (розм). Подібні висловлювання свідчать про високий рівень рефлексії мовців щодо власного мовлення та демонструють здатність до іронічного переосмислення навіть усталених сленгових одиниць. Такі мовні побудови виконують не лише розважальну функцію, а й слугують засобом групової ідентифікації, оскільки їхнє розуміння можливе лише за умови належності до спільного інформаційного про-

стору.

Отже, гумор у студентському середовищі засвідчує тісний зв'язок мовлення студентів із цифровою культурою та сучасними комунікативними тенденціями. Глибший рівень аналізу пов'язаний із простеженням функціонування мовлення як інструменту самопрезентації. Мовлення виконує не лише комунікативну, а й соціально-ідентифікаційну функцію: за допомогою мовних засобів студенти свідомо чи несвідомо конструюють власний соціальний образ. Так, уживання стилістично зниженої або лексики з відтінком згрубілості сигналізує про прагнення до групової інтеграції та демонстрації «свого» статусу в компанії; підвищена емоційність – відкритість і комунікабельність; активне іронізування – критичне мислення, дистанціювання або прагнення до самозахисту. У цьому контексті гендер дедалі менше слугує визначальним чинником, поступається місцем індивідуальній комунікативній стратегії та бажаному соціальному образу.

Не менш важливою є роль контексту та групової динаміки. У межах однорідних за складом компаній мовлення може бути більш поляризованим і демонструвати традиційно закріплені гендерні моделі. Натомість у змішаних студентських групах спостерігається тенденція до мовленнєвого вирівнювання: учасники комунікації адаптуються до спільної групової норми, яка значною мірою визначає стиль спілкування. Таким чином, мовленнєва поведінка студентів дедалі більше залежить не від статевої належності, а від соціального контексту, комунікативної ситуації та особливостей групової взаємодії.

Отже, проведений аналіз засвідчує, що сучасне неформальне мовлення студентів характеризується не стільки повним зникненням гендерних відмінностей, скільки їхньою трансформацією та переосмисленням. Відмінності поступово зміщуються з поверхневого рівня – лексики, інтонації, стилістичних засобів – на глибший рівень комунікативних стратегій, мовленнєвих функцій та способів самопрезентації. Це дає підстави стверджувати, що сучасне студентське мовлення є динамічною, відкритою до змін системою, яка формується під впливом цифрової культури, соціального середовища та нових моделей міжособистісної взаємодії, дедалі менше підпорядковуючись традиційним гендерним рамкам.

Перелік посилань

1. Колесниченко Н. Ю. Гендерна лінгвістика: витоки і прескриптивний напрямок . *Записки з романо-германської філології.* 2019. С. 15

2. Космеда Т. А. та ін. Гендерна лінгвістика в Україні: історія, теоретичні засади, дискурсивна практика. Харків, 2014. С.102.

3. Левченко О. Лінгвістичні дослідження гендеру в Україні. *Людина. Комп'ютер. Комунікація.* Львів, 2017. С. 27.

4. Свідер І. А., Фрасинюк Н. І. Категорії гендеру у взаємодії. *Академічні студії. Серія «Гуманітарні науки»*. 2022. С. 48.

ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ МЕТАФОР ТА ПОРІВНЯНЬ У ПЕРЕКЛАДІ ТВОРУ МАРКА МЕНСОНА "ВИТОНЧЕНЕ МИСТЕЦТВО ЗАБИВАТИ НА ВСЕ"

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кравченко Віра Дмитрівна, група 035-24-5
***Науковий керівник:* к.філ.н., доц. Москаленко Наталія Олександрівна**

Книга Марка Менсона *The Subtle Art of Not Giving a Fck** вийшла 13 вересня 2016 року. Вона написана в жанрі анти-селф-хелп, що є реакцією на популярні книги жанру селф-хелп чи саморозвитку. Замість обіцянок «ідеального життя» чи швидкого успіху, проза жанру «анти» пропонує більш раціональний, часом цинічний погляд на реальність і людські цінності. Найбільшою цільовою аудиторією таких книг є втомлені люди, яку шукають чесних відповідей на життєві труднощі, тому більшість знаходить її щирою. Книга автора є досить конфліктною, оскільки автор кидає виклик популярній ідеї, що ми маємо постійно бути щасливими. Його позиція в тому, що задоволення приносить не відсутність труднощів і кінцевий результат, а відчуття їх подолання. Текст відображає поєднання філософських ідей із вживанням неконвенційної лексики - замість відчуття «високих ідей», перед читачем постають протверезні поради другові. Переклад книги українською здійснила у 2018 році Антоніна Ящук. Українська адаптація дещо «пом'якшила» виклад тексту, знизивши гостроту оригінальної лайки. Проте А.Ящук вдалося майстерно зберегти безпосередність авторської комунікації з читачем.

Щоб створити стилістичний ефект зазначеного жанру, автор вдається до створення таких тропів, як метафори і порівняння. В художніх текстах ці засоби відіграють роль у підсиленні виразності мовлення. З цієї причини перед перекладачем постає задача не просто перекласти, а й відтворити той образ, через який автор формував певне уявлення про простір та стан героя.

М.Менсон часто описує фізичні або психологічні стани людини конвенсійними метафорами. Наприклад: *«Your back stiffens»* [2] - «Ваша спина затвердіває/застигає/напружується» («Спина дерев'яніє» [3]), в оригіналі дієслово «stiffen» метафорично передає фізичну реакцію людини на небезпеку або напруження, від чого тіло ніби стає нерухомим. Перекладач використовує дієслово «дерев'яніє», яке є конвенційною українською метафорою щодо скутості рухів. Такий вибір є вдалим, оскільки інші українські відповідники до слова «stiffen» передають фізичний дискомфорт, аніж реакцію тіла. Метафора описує миттєву реакцію тіла на небезпечну ситуацію. Хоча сам образ дещо змінюється, але значення зберігається

«Your feet feel as though they're made of rock» [2] - «Ваші ноги відчуваються так, ніби вони зроблені з каменю» *(«Ноги наливаються свинцем»* [3]), в цьому прикладі оригінальна фраза «made of rock» описує ноги, тим самим читач уявляє собі важкість та нерухомість, можливо, перед якоюсь подією, якимось вибором. Лише одна фраза Менсона змушує нас вигадувати цілу історію. У перекладі використано інший, більш типовий для української мови образ — *«на-*

ливатися свинцем». Крім того, бачимо зміни на синтаксичному рівні: англійська конструкція *«as though»* передана зворотною дієслівною конструкцією. Отже, образ дещо змінений: в оригіналі акцент на нерухомості й твердості, тоді як в українській метафорі передається передусім відчуття важкості (налитися свинцем наче ще дає шанс на рух, коли ноги з каменя), але ідея зберігається .

Розглянемо індивідуально-авторські метафори, що є характерною рисою стилю М.Менсона і створюють потрібну та виразну художню картину. *«The wind screams across my skin»* [2] - *«Вітер кричить по всій моїй шкірі» («Вітер обпікає мою шкіру»* [3]). В оригінальному тексті вітер персоніфікується: «screams» (кричить). Таким чином автор наче надає вітру сили, зміщує його з фону навколо головного героя до діяча. У перекладі цей образ змінено: вітер *«обпікає»* шкіру. Перекладач обирає цікаву альтернативу, оскільки у дослівному перекладі «кричати», як відповідник слову *«screams»*, буде незрозумілим українському читачу. Функцією метафори є створити відчуття різкого і сильного впливу природи на персонажа, його внутрішнього стану, вітер наче кричить і своїм звуковим ефектом відтворює якийсь ефект. В перекладі акцент робиться на фізичному відчутті «опіку» від сильного вітру. Хоча функція зберігається, змінюється образ: замість звукового ефекту з'являється фізичне відчуття .

М.Менсон створює стилістичні засоби на основі лексики зі значенням *«природа, природні явища»*. Наприклад: *«The wind is slapping my ears»* [2] - *«Вітер б'є мене по вухах» («Вітер гуде у вухах»* [3]*)*. Тут вітер метафорично *«дає ляпаса»* вухам *(«slapping»* - ляпати, бити долонею), що створює різкий і динамічний образ. Український переклад передає інший аспект явища — гул вітру. Функція - відтворення сили природного явища, але на відміну від попередньої метафори, фізичне відчуття в образі змінюється на звукове, що знижує інтенсивність образу.

Одним з прикладів конвенсійного порівняння в тексті М.Менсона є: *«Tourists aggregating themselves into antlike formations»* [2] - *«Туристи збираються в мурашині утворення» («Туристи збиваються в купки, як мурахи»* [3]). Прикметникову форму *«antlike»* передано через порівняльну конструкцію *«як мурахи»*, утворюючи порівняльний зворот. Функція полягає в тому, щоб показати дрібність та скупчення людей, що є доволі розповсюдженим порівнянням. Але більш того, іронія в цілому є особливістю автора. Тут насмішливий тон підкреслює поведінку туристів, їх однаковість .

Іншим прикладом є більш виразне порівняння: *«It's as if there were a big invisible magnet pulling your body back to safety»* [2] - *«Це ніби величезний невидимий магніт тягне ваше тіло назад у безпечне місце» («Ніби з'являється великий невидимий магніт, який відтягує тіло назад у безпечне місце»* [3]). Автор використовує образ невидимого магніту, щоб пояснити інстинктивну реакцію людини, яка змушує її відступити від небезпечного краю. Менсон пояснює складні речі простими речами, він прагне пояснити механізм інстинктивного самозбереження через наочний фізичний образ. Через описаний зовнішній вплив, читач і сам нібито відчуває силу, що не дає йому зробити помилку. В українському перекладі образ відтворений повністю.

Проведений аналіз показує, що під час перекладу метафор і порівнянь перекладач використовує різні стратегії, щоб передати унікальність авторського стилю Менсона. У випадку стилістично нейтральних метафор часто застосовується адаптація до природних моделей української мови. У таких випадках перекладач може змінювати окремі слова або образи на більш звичні для українського читача, але загальний зміст і функція вислову зберігаються.

Що стосується індивідуально-авторських метафор, то під час перекладу образ може трансформуватися. Водночас перекладач зазвичай намагається зберегти основну функцію таких метафор, щоб допомогти читачеві уявити описувану ситуацію та передати внутрішній стан персонажа, що відгукується на взаємодію з навколишнім середовищем.

Порівняння, в свою чергу, у більшості випадків передаються досить точно. Завдяки цьому у перекладі зберігається сам принцип зіставлення образів, а також загальна картина описуваних явищ. Зрештою, саме вдала адаптація художніх засобів дозволяє передати специфічний погляд Марка Менсона на світ та на людину.

Перелік посилань

1. Менсон М. Витончене мистецтво забивати на все: про особливості творчості та стилю письма / авт. опис і презентація книги. Київ : Наш Формат, 2023. 160 с. URL: https://nashformat.ua/authors/mark-menson-books

2. Manson M. The Subtle Art of Not Giving a F*ck: A Counterintuitive Approach to Living a Good Life. New York : HarperOne, 2016. 224 p.

3. Менсон М. Витончене мистецтво забивати на все. Нестандартний підхід до проблем / пер. з англ. А. Ящук. Київ : Наш Формат, 2023. 160 с.

ЗАПОЗИЧЕННЯ З КІНЦЕВИМ *–ЕР* У ДИСКУРСІ ІНДУСТРІЇ КРАСИ: ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кремінь Єва Едуардівна, група 035-24-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

У сучасному дискурсі індустрії краси особливу увагу привертає активне функціонування термінів іншомовного походження, зокрема лексем із кінцевим суфіксом *-ер (-er)*. Це явище зумовлене глобалізацією індустрії краси, домінуванням англомовного контенту та розвитком цифрових медіа, які сприяють швидкому поширенню нових мовних одиниць.

Термінологічні одиниці з фіналлю ***-ер*** наприклад: *консилер, хайлайтер, лайнер, контурер, блогер* активно вживаються для позначення косметичних засобів, професій, ролей та інструментів у сфері краси. Вони не лише запозичуються, а й адаптуються до норм української мови, інтегруючись у її словотвірну систему.

Актуальність дослідження таких лексем полягає у необхідності аналізу мовних трансформацій у межах українського мовознавства та соціолінгвістики, де відображається взаємодія мови, культури та комерційного середовища.

Дискурс індустрії краси у цьому контексті постає як динамічний простір формування нової термінології, що впливає на мовні норми та комунікативні практики сучасного суспільства. Цей тип дискурсу становить комплекс комунікаційних практик через які в суспільстві формуються, поширюються й обговорюються уявлення про красу, зовнішність, тіло та догляд за собою. Цим поняттям активно послуговуються фахівці в галузі культурології, соціології, медіазнавства, гендерних студій.

Дискурс індустрії краси охоплює тексти, образи і практики – медійні, комерційні, соціальні, які конструюють нормативні уявлення про красу та впливають на ідентичність, самосприйняття й соціальні ролі індивідів. Запозичення – такі лексичні одиниці, які ввійшли в українську мову з інших мов. О.О.Селіванова наголошує, що запозичення «процес уведення до певної мови морфем, слів або висловів з іншої мови» і є «одним із способів поповнення словникового складу поряд із словотворенням і креацією» [3, с.174]. С.Ігнатьєва та І.Цюп'як вказують на те, що « такі слова набувають свого особливого значення в певній мовленнєвій ситуації, лише в певному лінгвістичному контексті» [1, с.131]. Як зазначає О.Маленко, «Донорською основою англізмів постає фахова мова інформаційних і техногенних технологій, менеджменту, науки, освіти, культури (індустрія моди й краси, дозвілля), мистецтва (музика, кіно, сучасний поп-арт), спорту, кулінарії» [2, с.73].

В українському дискурсі індустрії краси широко поширені запозичення з англійської мови, що містять суфікс *-ер (-er)*. Ці лексеми позначають косметичні засоби, інструменти або ролі, а їхнє походження легко прослідкувати через деривацію від англійських дієслів чи іменників.

Наведемо приклади адаптації таких запозичень в українській мові:

а) *Бронз**ер*** – косметичний продукт для легкого контурування обличчя та надання шкірі відтінку засмаги без солярію.

Етимологія: *bronze (бронза) + -er → бронзер*

Особливість адаптації: суфікс ***-ер*** зберігає функцію формування назви засобу.

б) *Керл**ер*** – спеціальний ручний інструмент для завивки вій, який створює виразний вигин.

Етимологія: curl (завивати) + -er → керлер

Особливість: транскрипційна адаптація через українську фонетику; зберігається смислова прив'язка до дії.

в) *Консил**ер*** – щільний маскувальний засіб для приховування недоліків шкіри.

Етимологія: conceal (приховувати) + -er → консилер

Особливість: функціональна адаптація – від дієслова до іменника, що позначає продукт.

г) Хайлайт***ер*** – косметичний засіб, що відбиває світло та підкреслює виступаючі частини обличчя.

Етимологія: highlight (виділити) + -er → хайлайтер

Особливість: перенесення англійської семантики у професійну косметичну термінологію.

д) *Праєм**ер*** – засіб для підготовки шкіри перед макіяжем, що забезпечує рівне нанесення косметики.

Етимологія: prime (первинний, головний) + -er → праймер

Особливість: узагальнене позначення продукту; адаптовано під фонетику та морфологію української мови.

Отже, суфікс *-ер* у всіх випадках виконує роль дериватного маркера: позначає продукт або інструмент. Важливими особливостями адаптації термінологічних одиниць з фіналлю ***-ер*** є :

а) *збереження семантики*: терміни з *-ер* відображають первинне значення англійських слів;

б) *транскрипційна адаптація* – написання та вимова термінологічних одиниць, які підлаштовані під українську фонетику;

в) *морфологічна стабільність*: суфікс *-ер* вживається у дискурсі індустрії краси як маркер назви продукту або інструменту, слова-терміни легко інтегруються в українські тексти, медіа та рекламу;

г) *функціональна спеціалізація*: кожен термін має чітке призначення, позначає конкретний засіб, інструмент або роль в дискурсі індустрії краси,

Отже, аналіз термінів із кінцевим ***-ер*** у дискурсі індустрії краси дає змогу глибше зрозуміти процеси запозичення, адаптації та функціонування новітньої лексики в українській мові.

Перелік посилань

1. Ігнатьва С. & Цюп'як І. (2025) Запозичення як експресивний засіб в поетичному тексті Ліни Костенко «ScientificWorldJournal» SWorldJournal, 4 (30-04), 130–137. (Болгарія, Copernicus, GScholar)

https://doi.org/10.30888/2663-5712.2025-30-04-053

2. О.Маленко. Мовні траєкторії українського медійного дискурсу в дослідницьких завданнях медіалінгвістики. *Стилістика модерного часу* : колективна монографія до ювілею Заслуженого діяча науки і техніки України, члена-кореспондента НАН України, доктора філологічних наук, професора Лариси Шевченко. Київ : Видавництво Ліра-К, 2024. 464 с. С.73.

3.Селіванова О.О. Сучасна лінгвістика. Лінгвістична енциклопедія. Полтава : Довкілля. 2010. 844 с.С.174.

ГЕНДЕРНІ СТЕРЕОТИПИ В УКРАЇНСЬКОМУ РЕКЛАМНОМУ ДИСКУРСІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лимарчук Вікторія Олександрівна, група 035-22
***Науковий керівник*: к.філол.н., доц. Ігнатьєва Світлана Євгенівна**

Реклама в сучасній Україні – це не лише інструмент продажу, а й потужний засіб конструювання соціальної роботи. Вона транслює певні моделі поведінки, цінності та образи, які закріплюють уявлення про «чоловіче» й «жіноче».

Сучасний рекламний дискурс в Україні вже давно перестав бути просто каналом інформування про товари чи послуги. Сьогодні це потужна соціокультурна інституція, яка бере безпосередню участь у формуванні ідентичності особистості. Через повторювані візуальні образи, слогани та сценарії реклама створює «символічний всесвіт», де чітко розмежовуються сфери впливу, обов'язки та очікування від чоловіків і жінок. Гендерні стереотипи виступають у цьому процесі як інструмент спрощення: вони пропонують готові схеми сприйняття реальності, що базуються на патріархальних установках. Традиційно жіночі образи в українській рекламі тривалий час концентрувалися навколо ролей «берегині», «домогосподарки» або «сексуального об'єкта», тоді як чоловічі – навколо атрибутів сили, успіху, влади та технічної компетентності. Однак сьогодні ми спостерігаємо гострий конфлікт між цими застиглими формами та динамічними змінами в українському суспільстві. На думку Ганни Бежнар, «Життя сучасних чоловіків і жінок значно ускладнилось: сьогодні й ті, й інші повинні виконувати різні (часто суперечливі) соціальні ролі. Це кардинально відрізняється від суспільства середини минулого століття, де соціальні ролі були чітко окреслені: чоловіки – годувальники, а жінки – домогосподарки. Проте сьогодні суспільство все ще керується деякими цінностями минулого, а реклама міцно тримається на традиційному зображенні жінок як домогосподарок і використовує ці зображення для просування всіх видів товарів. [1, с. 4].

Науковий інтерес до цієї теми зумовлений тим, що реклама не лише відображає наявні в культурі стереотипи, а й активно їх репродукує, роблячи певні моделі поведінки «нормативними». Дослідження гендерного виміру рекламного дискурсу дозволяє зрозуміти, як масова комунікація реагує на запит суспільства на рівність, і де саме пролягає межа між креативним маркетинговим ходом та етичним порушенням чи дискримінацією.

У роботі ми розглядаємо рекламу як мовленнєво-зоровий конструкт, де вербальні – тексти, заклики та невербальні – пози, кольори, композиція кадрів складники працюють на закріплення або, навпаки, на деконструкцію гендерних міфів. Аналіз українського контенту останніх років дає змогу відстежити еволюцію образів: від агресивного сексизму 2000-х до сучасних спроб впровадження фемвертайзингу та позитивної маскулінності.

Гендерні стереотипи в рекламному дискурсі залишаються стійким і впливовим явищем, яке формує уявлення про соціальні ролі жінок і чоловіків. Ана-

ліз сучасних рекламних прикладів демонструє, що образ жінки й досі значною мірою пов'язується з приватною сферою, зокрема домашнім господарством і турботою про родину.

У багатьох рекламних матеріалах жінки зображуються як турботливі матері та берегині домашнього вогнища. Вони виконують традиційно "жіночі" обов'язки: прибирання, прання, готування, догляд за дітьми. Така репрезентація особливо властива для реклами побутової хімії, продуктів харчування та техніки для дому, де жіночі персонажі домінують.

Показовим є приклад рекламного відео прального засобу бренду Perwoll, у якому зображена виключно жінка. Такий підхід відображає не стільки індивідуальну позицію авторки відео, скільки усталені маркетингові стратегії компанії, що апелюють до стереотипного уявлення про жінку як основну виконавицю хатньої роботи, зокрема прання. Відсутність чоловічих персонажів у подібному контексті підсилює гендерну асиметрію та нормалізує нерівномірний розподіл домашніх обов'язків.

Схожий стереотип простежується і в рекламному дискурсі, пов'язаному з приготуванням їжі. У прикладі з випіканням хлібобулочних виробів увага акцентується виключно на жіночому персонажі – молодій дівчині, яка вимішує тісто. Камера фокусується саме на її діях, що підсилює асоціацію кулінарії з жіночою роллю. Така візуальна стратегія не лише відтворює традиційний розподіл праці, а й закріплює його як соціальну норму.

Окремої уваги заслуговує емоційна репрезентація жінок у рекламі. Жіночі персонажі часто зображуються як більш емоційні та схильні до стресу, особливо в контексті побутових труднощів. Наприклад, у порівнянні двох рекламних роликів, спрямованих на зниження рівня стресу, у першому випадку автори використовують гендерні стереотипи, показуючи жінку, перевантажену домашніми обов'язками та емоційно виснажену. У другому ж ролику гендер не акцентується, що створює більш нейтральний і інклюзивний образ споживача.

Таким чином, наведені приклади демонструють, що сучасна реклама продовжує відтворювати традиційні гендерні ролі, обмежуючи образ жінки рамками домашнього простору та емоційної сфери. Водночас поява гендерно нейтральних рекламних підходів свідчить про поступові зміни в комунікаційних стратегіях і зростання чутливості до питань гендерної рівності.

Ще одним поширеним проявом гендерних стереотипів у рекламі є об'єктивація жінок, тобто їхнє представлення як сексуального об'єкта або демонстратора краси. Це особливо помітно у рекламі парфумів, косметики та одягу, де акцент робиться передусім на зовнішності жінки, тоді як її професійні, інтелектуальні чи особистісні якості залишаються поза увагою. Аналіз відеоконтенту свідчить, що така поведінка та манера самопрезентації часто є штучно сконструйованими і не відповідають реальній поведінці жінок у повсякденному житті. Реклама не лише відображає, а й формує викривлені стандарти жіночності.

Водночас чоловічі стереотипи в українському рекламному дискурсі традиційно пов'язані з уявленнями про силу, домінування, успіх або, навпаки, повну безпорадність у побутових питаннях. Показовим є приклад реклами бренду

Dnipro-M, де чоловік постає у ролі «суворого майстра» – впевненого, компетентного та фізично сильного. Такий образ відповідає класичній моделі маскулінності, яка підкреслює технічну вправність і контроль.

Однак сучасні комунікаційні стратегії цього бренду демонструють поступовий відхід від одновимірного підходу. У соціальних мережах Dnipro-M також представлені відео, де про професійні інструменти розповідає жінка. Це свідчить про розширення цільової аудиторії та спробу подолання гендерних стереотипів, пов'язаних із «чоловічими» професіями чи інтересами.

Загалом чоловічі образи в рекламі тривалий час обмежувалися ролями лідера, бізнесмена, захисника або особи, що ухвалює рішення. При цьому емоційність, вразливість чи участь у побутових і сімейних процесах, зокрема вихованні дітей, майже не репрезентувалися. Проте сучасні рекламні кампанії дедалі частіше демонструють альтернативні моделі маскулінності, в яких чоловік може бути турботливим, емоційно відкритим і залученим до сімейного життя.

Аналіз українського рекламного дискурсу свідчить, що суспільство перебуває на етапі активного переосмислення гендерних ролей. Традиційні стереотипи, зокрема об'єктивація жінок чи емоційна обмеженість чоловіків, поступово витісняються більш складними, реалістичними та інклюзивними образами. Важливим чинником цих змін є сучасна аудиторія, яка демонструє вищу лояльність до брендів, що транслюють цінності рівності, поваги та різноманіття.

Окрім того, повномасштабна війна в Україні стала потужним каталізатором руйнування гендерних бар'єрів. В умовах кризи суспільство продемонструвало взаємозамінність ролей: жінки активно долучилися до traditionally "чоловічих" сфер, тоді як чоловіки – до сімейних і побутових обов'язків. Це не могло не вплинути на рекламний дискурс, який засвідчує ці трансформації.

Отже, майбутнє української реклами полягає у відмові від спрощених гендерних шаблонів. Такий підхід не лише підвищує етичність комунікації, але й її ефективність, адже сучасна реклама має відображати реальне розмаїття українського суспільства, а не відтворювати застарілі патріархальні моделі.

Перелік посилань

1. Бежнар Г. П. Гендерні стереотипи в рекламі: проблеми й перспективи *Актуальні проблеми філософії та соціології : Науково-практичний журнал.* Голов. ред. С. Г. Секундант, відпов. ред. Д. В. Яковлев ; Міністерство освіти і науки України ; Національний університет "Одеська юридична академія". Одеса, 2021. Вип. 32. С. 3-7.

DOI https://doi.org/10.32837/apfs.v0i32.1015

ВІДІЄСЛІВНІ МУЗИЧНІ ТЕРМІНИ ЯК СКЛАДНИК ПРОФЕСІЙНОЇ ЛЕКСИКИ В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Маслюк Тетяна Костянтинівна, група 035-24-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Українська музична термінологія формується під впливом як традиційної академічної культури, так і сучасних цифрових практик. Це складна та багаторівнева система, що сформувалася під впливом як внутрішньомовних процесів, так і активних міжмовних контактів, зокрема із західноєвропейськими мовами. Особливе місце в цій системі належить віддієслівним термінам – таким мовним одиницям, які утворені від дієслів і позначають процеси, дії та операції, пов'язані зі створенням, виконанням і обробкою музики.

Актуальність теми зумовлена активним поповненням музичної лексики новими віддієслівними утвореннями, особливо в умовах розвитку цифрових технологій та необхідністю їхнього системного аналізу, структури, семантики та функціонування в українському музичному дискурсі. Метою дослідження є аналіз віддієслівних музичних термінів в українській мові, зокрема їхніх словотвірних особливостей, семантики та функціонування в різних сферах музичної діяльності.

Аналіз функціонування віддієслівних іменників у різних галузевих терміносистемах засвідчує їхню вагому роль як у фаховій комунікації, так і в художньому дискурсі, що зумовлює доцільність розгляду цієї групи лексики в межах музичної термінології. І. Б. Ментинська, Г. В. Наконечна описали найхарактерніші словотвірні моделі іменників-девербативів комп'ютерної галузевої терміносистеми, а також встановили ступінь нормативності вживання віддієслівних іменників у досліджуваній термінології [1, с.151]. У статті С.Є. Ігнатьєвої & І.К.Цюп'як обґрунтовано думку про те, що «вживання спеціалізованої лексики у поетичному дискурсі Марії Дружко є маркером її професійної ідентичності та засобом кодування фахового знання, доступного поетці передусім як представниці мистецького середовища» [3, с.1297].

Віддієслівні музичні терміни відображають процесуальність музичної діяльності. Більшість таких термінів утворюється за допомогою суфіксів ***-ння / -ення***, що надають словам значення процесу або дії :

слухати → слухання – іменник середнього роду, означає процес сприйняття музичного матеріалу, що може використовуватися як у навчанні, так і в студійній роботі. Наприклад, ***слухання*** *запису для аналізу якості виконання*;

творити → творення — узагальнений процес створення музичного продукту, що охоплює написання мелодії, гармонії та аранжування.

аранжувати → ***аранжування,*** процес обробки музичного твору для виконання певним складом; особливість: повна граматична адаптація в українській мові, суфіксальний спосіб творення, модель: [запозичене дієслово: через франц. *Arranger* + суфікс -***ування***];

диригувати → ***диригування***, процес керування виконанням музичного твору; активно функціонує в академічному музичному дискурсі, суфіксальний спосіб творення, модель: [суфікс ***-ування***];

імпровізувати → ***імпровізування****,* процес створення музики без попередньої підготовки, модель: [іншомовна основа + суфікс ***-ування***]; характеризується процесуальною семантикою та ситуативністю.

наспівувати → ***наспівування***, означає неформальне виконання мелодії голосом; має розмовний відтінок, але застосовується і в педагогічній практиці. префіксально-суфіксальний спосіб, модель: [***на-*** + ***-ування***];

зводити → ***зведення*** *напр.:звуку.* фінальний етап обробки аудіо, поєднання окремих доріжок; приклад сучасного професійного терміна зі студійної сфери, модель: [суфікс –***ення***];

мікшувати → ***мікшування,*** процес поєднання звукових сигналів; часто вживається паралельно із «зведення», модель: [запозичена основа від англ. *mix* + український суфікс];

Сучасна музична термінологія активно поповнюється новими віддієслівними утвореннями, пов'язаними з цифровими технологіями. Наприклад: *семплювати* → ***семплювання,*** інноваційний термін цифрової культури; означає використання фрагментів чужих записів, модель:[іншомовна основа + ***-ування***];

еквалізувати → ***еквалізування*** ,означає корекцію частотного балансу; демонструє активний розвиток новітньої термінології, модель: [складна іншомовна основа (від equalize)].

Ці терміни є результатом адаптації іншомовних дієслів до української словотвірної системи, а запропоновані моделі є продуктивними в українській мові та широко вживаються в термінотворенні.

Віддієслівні терміни функціонують у різних етапах музичного виробництва. Нами виокремлоно:

а) підготовчий етап, напр.: ***слухання*** матеріалу, аналіз;

б) творчий процес, напр.: ***творення*** музики;

в) технічну обробку, напр.: ***семплювання, еквалізування***;

г) фінальний етап, напр.: ***поширювання*** *контенту* – розміщення музики на стрімінгових платформах.

Усе це вказує на їхню універсальність і широке функційне навантаження.

Варто відзначити, що віддієслівні музичні терміни також репрезентують різні ступені мовної адаптації. Якщо слова на зразок *слухання* і *творення* є питомо українськими, то *семплювання* і *еквалізування* мають іншомовну основу, але підпорядковуються українським граматичним нормам, зокрема, відмінювання, словотворення.

Такі терміни сприяють точності професійного спілкування. Вони дають змогу чітко окреслити дії та процеси в музичній практиці, наприклад: «Після *еквалізування* трек став більш збалансованим»; «Етап ***семплювання*** потребує дотримання авторських прав»; «Перед релізом важливим є ***поширювання*** *контенту* через цифрові платформи».

Музичні терміни терміни активно вживаються в різних сферах діяльності, зокрема:

а) в освіті : *слухання, наспівування*;
б) виконавстві: *диригування, імпровізування*;
в) студійній роботі: *мікшування, зведення, еквалізування*;
г) продакшн і дистрибуції: *семплювання, поширювання контенту*.

Отже, віддієслівні музичні одиниці мають процесуальне значення – відображають дію. мають нейтральний або професійний стиль, здатні до термінологічної точності. Це продуктивний і динамічний прошарок складник сучасної української музичної терміносистеми. Музичні термінологічні одиниці формуються як на основі питомих дієслів, так і шляхом адаптації іншомовних запозичень, демонструють гнучкість української словотвірної системи. Активне функціонування у різних сферах музичної діяльності підтверджує їхню важливу роль у сучасному професійному дискурсі.

Перелік посилань

1. Ментинська І. Б. Віддієслівні терміни-іменники в українській комп'ютерній термінології / І. Б. Ментинська, Г. В. Наконечна. *Український смисл*. 2017. № 2017. С. 151-158. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Usmysl_2017_2017_17.
2. Словник-довідник музичних термінів за книгами Ю.Є. Юцевича. Тернопіль, 2003. 352 с. URL: http://term.in.ua/ (дата звернення: 29.03.2026).
3. Ігнатьєва С. & Цюп’як І. Музична термінолексика в поетичному дискурсі Марії Дружко як засіб професійної комунікації. Наукові перспективи. 2026. №3 (68). С. 1297–1306

НОВІТНЯ МЕДІАТЕРМІНОЛОГІЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: УКРАЇНСЬКИЙ КОНТЕКСТ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Махиня Крістіна Йованівна, група 035-24 ІГСН
Науковий керівник: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.

Стрімкий розвиток цифрових технологій та глобалізаційні процеси суттєво трансформують сучасний медіапростір, зумовлюючи появу нових форм комунікації та, відповідно, оновлення мовного інструментарію журналістики. Українська мова, як динамічна система, активно реагує на ці зміни, збагачуючись новітньою медіатермінологією. Особливо актуальним це питання постає в умовах інтенсивної цифровізації суспільства та зростання ролі онлайн-медіа. У зв'язку з цим виникає потреба дослідження особливостей формування, адаптації та функціонування нових термінів у сучасному українському медіадискурсі. За спостереженням Наталії Голованової, науковці «досить часто під медіапростором розуміють весь обсяг інформації, що циркулює в інформаційних потоках, і всі засоби трансляції інформації, зокрема бібліотеки, архіви, сховища, засоби масової інформації, засоби усної комунікації, лекторські зали університетів і академій» [2, с.28].

Важливим складником новітньої журналістської термінології є іменники зі складником «*медіа-*», які активно функціонують у сучасному українському медіадискурсі. Ці мовні одиниці відображають як глобальні процеси цифровізації, так і внутрішні тенденції розвитку української мови.

«Український словник медіакультури» Олексія Баришпольця містить 34 складних іменникових термінологічних одиниць із складником ***медіа-*** : ***медіа*** [1, с.39-40], ***медіа****байєр* [1, с.40], ***медіа****грамотність* [1, с.40], ***медіа****економіка* [1, с.41], ***медіа****етика* [1, с.41], ***медіа****журналістика* [1, с.41], ***медіа****критика* [1, с.41], ***медіа****культура* [1, с.41-42], ***медіа****менеджер* [1, с.42], ***медіа****мистецтва* [1, с.42], ***медіа****мова* [1, с.42], ***медіа****обізнаність* [1, с.42-43], ***медіа****образи* [1, с.43], ***медіа****освіченість* [1, с.43], ***медіа****план* [1, с.43], ***медіа****політика* [1, с.43], ***медіа****право* [1, с.44], ***медіа****продукт* [1, с.44], ***медіа****простір* [1, с.44], ***медіа****ринок* [1, с.44], ***медіа-****системи* [1, с.44], *медіатека* [1, с.44], ***медіа****текст* [1, с.44], ***медій****на техніка* [1, с.44-45], ***медіа****вплив* [1, с.155], ***медіа****залежність* [1, с.155-156], ***медіа****освіта* [1, с.156-157], ***медіа****педагогіка* [1, с.159], ***медіа****потреби* [1, с.159], ***медіа****просвіта* [1, с.159], *медіапсихологія* [1, с.160], ***медіа****соціалізація* [1, с.160], ***медіа****терапія* [1, с.160], ***медіа****ція* [1, с.161]; а також 11 складених термінологічних сполук. Наприклад: ***медіа****грамотності рівні* [1, с.40], ***медіа****грамотності критерії* [1, с.40], ***медіа****культура особистості* [1, с.42], ***медіа****культура суспільства* [1, с.42],

медіа*потреби суспільства* [1, с.43 - 44], ***медіа****освіти методи* [1, с.157], ***медіа****освіти методика* [1, с.157], ***медіа****совіти предемет* [1, с.157-158], ***медіа****освіти принципи* [1, с.158], ***медіа****освіти форми* [1, с.159], ***медіа****освіти мет*а [1, с.157],

З погляду нормативності та стилістичного вживання такі іменники поділяємо на такі групи:

а) нормативіні терміноодиниці, закріплені в науковому, освітньому та офіційному мовленні, зокрема: ***медіа****простір,* ***медіа****сфера,* ***медіа****середовище,* ***медіа****культура,* ***медіа****грамотність,* ***медіа****освіта,* ***медіа****дискурс,* ***медіа****комунікація,* ***медіа****платформа,* ***медіа****контент.* Вони відповідають нормам сучасної української літературної мови та широко вживаються у фахових текстах. Наприклад: «*Розвиток* ***медіапростору*** *сприяє формуванню медіаграмотності суспільства*» (з газети).

б) запозичені терміни переважно англомовного походження, які активно інтегруються в українську мовну систему. До них належать: ***медіа****менеджмент,* ***медіа****маркетинг,* ***медіа****планування,* ***медіа****стратегія,* ***медіа****моніторинг,* ***медіа-****аналітика,* ***медіа****бізнес.* Ці одиниці відображають вплив глобалізації та розвиток цифрових технологій, однак водночас актуалізують проблему пошуку питомих відповідників і мовної адаптації.

в) розмовна та професійно-жаргонна лексика. До цієї групи уналежнюємо такі утворення, як *медійка, медійник, медійність, медіавкид, медіафейк*. Вони функціонують переважно в неформальному спілкуванні журналістів, блогерів і працівників медіасфери. Наприклад: «*У сучасній* ***медійці*** *важливу роль відіграє швидкість поширення інформації*» (розм). Попри активне вживання, такі одиниці не завжди відповідають літературним нормам і потребують обережного вживання в наукових та офіційно-ділових текстах.

Нами виокремлено складну терміноодиницю зі складником *медіа* у другій частині: '*крос****медіа***' [1,с.38]. У сучасному українському медіапросторі в умовах цифровізації активно функціонує термін «кросмедіа», який відображає процеси інтеграції різних каналів комунікації та платформ поширення інформації. Його поява зумовлена розвитком цифрових технологій, соціальних мереж та зміною моделей споживання медіаконтенту. Термін «*кросмедіа*» є запозиченням з англійської мови ***cross-media*** і вживається на позначення практики поширення контенту через кілька медіаплатформ одночасно – онлайн-видання, соціальні мережі, відеохостинги тощо. В українській мові він поступово набуває статусу усталеного професійного терміна, хоча паралельно можуть вживатися описові відповідники, як-от «*багатоканальне поширення контенту*». Водночас термін «мультимедіа» не є повним синонімом «кросмедіа», оскільки акцентує радше на поєднанні різних форматів інформації, ніж каналів її поширення.

З погляду структури, «кросмедіа» є складним словом з іншомовним компонентом «крос-» та основою «медіа». Воно функціонує як іменник середнього роду, невідмінюваний або частково адаптований у мовленні. В українській мові активно утворюються похідні форми: «*кросмедійний*», «*кросмедійність*», що свідчить про поступову інтеграцію цього терміна в національну словотвірну систему.

Функціонування терміна «кросмедіа» простежується в різних сферах медіадіяльності – журналістиці, рекламі, цифровому маркетингу. Зокрема, кросмедійні стратегії передбачають адаптацію контенту під різні платформи та аудиторії, що є характерною ознакою сучасної комунікації. Наприклад, новинний

матеріал може одночасно подаватися у форматі тексту на сайті, короткого відео в соціальних мережах і подкасту.

Попри активне вживання, термін «кросмедіа» ще не має повністю усталеного нормативного статусу в українській мові. Спостерігається варіативність у написанні та вживанні похідних форм, а також конкуренція з іншими термінами. Це свідчить про перехідний етап його освоєння та потребу подальшої стандартизації в науковому й професійному середовищі.

Отже, «*кросмедіа*» є показовим прикладом новітньої медіатермінології, що відображає вплив глобалізаційних процесів і цифрових технологій на українську мову. Його функціонування засвідчує відкритість українського лексикону до запозичень та активні процеси їх адаптації відповідно до внутрішніх мовних норм.

Це обмін ідентичними текстами між різними медіа, оприлюднення журналістського твору під однією маркою на багатьох каналах, зокрема, у друкованих медіа, на телебаченні і т. ін. задля створення кросмедійного ланцюжка, який вів би читача від газети до телепередачі, далі – до журналу, потім – до онлайнового видання і т. д. *Кросмедійна діяльність* сприяє повнішому сприйманню журналістського контенту і – побічно – рекламує власне *мас-медіа*.

Отже, іменники з компонентом «***медіа-***» демонструють динамічний розвиток української журналістської термінології. Вони відображають взаємодію нормативних процесів, іншомовного впливу та професійної комунікації, що є характерною ознакою сучасного медіадискурсу.

Новітня медіатермінологія формується під впливом кількох ключових чинників, серед яких провідне місце посідає розвиток цифрових платформ і соціальних мереж. Такі терміни, як ***«клікбейт», «фейк-ньюз», «стримінг», «подкаст», «таргетинг»*** активно входять в український мовний обіг, активно запозичуючись з англійської мови. Це зумовлює як розширення лексичного складу, так і появу проблем нормування та уніфікації термінів.

Однією з тенденцій є паралельне функціонування запозичених та питомих відповідників. Наприклад, поряд із терміном «*стримінг*» уживається «*потокове мовлення*», а «*фейк-ньюз*» може передаватися як «*фальшиві новини*». Однак у практиці українських медіа часто перевага надається саме англіцизмам через їхню лаконічність та міжнародну впізнаваність.

Важливим аспектом є також адаптація нових термінів до норм української мови. Це стосується фонетичного, граматичного та орфографічного освоєння запозичень: *«лайкати», «шерити», «постити»* демонструють здатність іншомовних основ інтегруватися в українську словотвірну систему. Водночас така адаптація не завжди є унормованою, що створює варіативність у вживанні.

Окрему роль у формуванні новітньої термінології відіграє український соціально-політичний контекст, зокрема розвиток воєнної журналістики та інформаційної боротьби. У медіапросторі активно функціонують терміни, пов’язані з інформаційними операціями, пропагандою, дезінформацією, що також зазнають семантичного переосмислення в українських реаліях.

Таким чином, новітня медіатермінологія в українській мові є результатом взаємодії глобальних і локальних чинників. Вона характеризується відкритістю

до запозичень, активними процесами адаптації та варіативністю. Подальше дослідження цієї сфери сприятиме унормуванню термінології та підвищенню якості професійної комунікації в медіа.

Отже, цифровізація суттєво впливає на розвиток української журналістської термінології, стимулюючи появу нових понять і мовних форм. Основними тенденціями є активне запозичення англіцизмів, їх адаптація до мовних норм та пошук питомих відповідників. Водночас актуальною залишається проблема стандартизації термінів, що потребує уваги мовознавців і практиків медіасфери.

Перелік посилань

1. Баришполець О. Т. Український словник медіакультури. Національна академія педагогічних наук України, Інститут соціальної та політичної психології. Київ. : Міленіум, 2014. 196 с.

2. Голованова Н. В. Медіапростір як важливий чинник побудови інформаційного суспільства. *Актуальні проблеми державного управління*. 2017. № 1 (51). С. 27-34

ПОЛІЦІЙНІ ЛЕКСЕМИ: МОВА ПОРЯДКУ, ВЛАДИ ТА СУСПІЛЬСТВА

Дніпровський державний університет внутрішніх справ

Наконечний Єгор В'ячеславович,
курсант 1 курсу, навчальної групи СР-К9-25-1
***Науковий керівник*: д.філол.н., проф. Царьова І.В.**

Поліційна лексика – це не просто набір слів, які використовують працівники Національної поліції України [1]. Це ціла мовна система, що відображає структуру влади, принципи правопорядку та взаємодію між державою і громадянами. Вона формується на перетині офіційно-ділового стилю, професійного жаргону та живої розмовної мови. Поліційні лексеми – це слова й вирази, пов'язані з діяльністю поліції: від юридичних термінів до повсякденного спілкування між правоохоронцями. В офіційно-правовій сфері активно використовуються такі лексеми: *підозрюваний, обвинувачений, потерпілий, свідок, затримання, арешт, обшук, вилучення, протокол, постанова, ухвала, досудове розслідування, кваліфікація злочину, матеріали справи, юрисдикція*. Усі ці терміни мають чітке юридичне значення і застосовуються в документах та судових процесах. Вони виконують важливу функцію – забезпечують точність і однозначність у ситуаціях, де помилка може мати серйозні наслідки.

Поліційна лексика поділяється на декілька основних груп, кожна з яких виконує свою функцію у професійному спілкуванні поліціянтів [2]. Передусім це офіційно-правова лексика – слова й терміни, що використовуються в документах, законодавстві та процесуальних матеріалах. До них належать такі поняття, як *правопорушення, кримінальне провадження, слідчий, доказ, санкція*. Вони мають чітко визначене значення і не допускають подвійного тлумачення, адже точність у правовій сфері є критично важливою.

У професійному жаргоні можна зустріти значно більш неформальні й часто скорочені варіанти: *опер* (оперативник), *патруль* або *пепси* (патрульні поліцейські – жартівливе), *виїзд на адрес*, *закрити справу*, *взяти на гарячому*, *пробити по базі*, *вести об'єкт*, *передати по зміні*, *глухар* (нерозкрита справа), *виїхати на виклик*. Такі слова не є офіційними, але широко використовуються в робочому середовищі.

Окреме місце займає мова радіообміну та спеціальні коди. Вони потрібні для оперативності та часткової конфіденційності під час виконання завдань. Використовуються короткі сигнали на кшталт "10-4" (прийняв), "об'єкт чистий" або "є контакт" [3]. Завдяки таким формулюванням поліціянти можуть швидко передавати важливу інформацію, не витрачаючи час на довгі пояснення, що особливо важливо в напружених або небезпечних ситуаціях.

Загалом поліційна лексика є динамічною: вона постійно змінюється, поповнюється новими словами та адаптується до сучасних умов роботи, поєднуючи точність офіційної мови з гнучкістю живого спілкування.

Перелік посилань

1. Царьова І. Уніфікація поліційної термінології. *Науковий вісник Дніпровського державного університету внутрішніх справ.* 2024. № 4 (131). С. 168-173.

2. Царьова І. Висвітлення поліційних дій у медіа: лексичні й стилістичні особливості *Науковий вісник Дніпровського державного університет внутрішніх справ*. Дніпро: ДДУВС. 2025. Вип. 3. С. 206-212.

3. Царьова І. В., Краснопольський В.В., Декусар Г.Г., Пакулова Т.В., Галенко Ю.П., Серафимова О.М. Professional English Language Guide for Police. Дніпро : ДДУВС, 2025. 148 с.

ГЕНДЕРНІ АСПЕКТИ КОМПЛІМЕНТІВ У СУЧАСНІЙ КОМУНІКАЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Невидайло Ангеліна Дмитрівна, група 035-22
***Науковий керівник*: к.філол.н., доц. Ігнатьєва Світлана Євгенівна**

У сучасному мовознавстві особливого значення набувають дослідження, пов'язані з вивченням гендерних аспектів комунікації. Одним із важливих складників міжособистісного спілкування є комплімент як мовленнєвий акт, що виконує соціально-регулятивну, емоційно-оцінну та контактовстановлювальну функції. У контексті гендерної лінгвістики компліменти розглядаємо як інструмент, що відображає не лише індивідуальні особливості мовців, але й соціально зумовлені моделі поведінки чоловіків і жінок.

Актуальність теми зумовлена зростаючим інтересом до проблем гендерної рівності, трансформацією традиційних гендерних ролей та активним розвитком цифрової комунікації. У сучасному суспільстві відбувається переосмислення норм мовленнєвої поведінки, що впливає на способи вираження оцінки, зокрема через компліменти. Вивчення гендерних особливостей дає змогу глибше зрозуміти механізми соціальної взаємодії, уникати комунікативних непорозумінь і сприяти ефективній міжособистісній комунікації. Крім того, актуальність дослідження посилюється тим, що *компліменти* є важливим компонентом як усного, так і писемного мовлення, зокрема в соціальних мережах, де гендерні відмінності набувають нових форм вираження. Аналіз таких змін дає змогу простежити тенденції розвитку сучасної мовної культури.

Мета дослідження полягає у вивченні гендерних аспектів використання компліментів у сучасній комунікації, а також у виявленні особливостей їх формулювання, функціонування та сприйняття представниками різних гендерів.

У межах гендерної лінгвістики *комплімент* розглядаємо як один із ключових мовленнєвих актів, що відображає соціально зумовлені моделі комунікативної поведінки. Згідно з сучасними дослідженнями, комплімент визначається як позитивно оцінне висловлювання, спрямоване на адресата з метою вираження схвалення, підтримки або встановлення міжособистісного контакту [1]. Водночас, його зміст, форма та функції значною мірою залежать від гендерної належності комунікантів.

Одним із основних параметрів гендерної диференціації компліментів є їх тематична спрямованість. У жіночому мовленні домінують компліменти, що стосуються зовнішності, стилю, емоційного стану або особистісних рис. Наприклад:«*Тобі* ***дуже*** *личить цей колір, ти виглядаєш* ***неймовірно*** *ніжно і стильно*» (розм). Цей приклад демонструє характерні риси жіночого мовлення: наявність інтенсифікаторів «*дуже*», «*неймовірно*», емоційно забарвленої лексики «*ніжно*», «*стильно*», а також розгорнуту структуру висловлювання. Як зазначає Дж. Холмс, подібні компліменти виконують не лише оцінну, а й фатичну функцію, спрямовану на підтримання соціальної гармонії [2]. Натомість у чоловічому мовленні переважають компліменти, пов'язані з досягненнями, професійною діяльністю або конкретними результатами. Наприклад: «*Ти відмінно*

провів переговори, результат справді ***сильний***» (розм). У цьому випадку простежуємо лаконічність, відсутність надмірної емоційності та орієнтацію на об'єктивну оцінку. Такий тип компліменту корелює з традиційною моделлю маскулінної комунікації, де важливими є ефективність і результативність.

Важливою ознакою є також частотність використання компліментів. Дослідження показують, що жінки значно частіше ініціюють компліментарні висловлювання, що пояснюється їхньою орієнтацією на підтримання міжособистісних зв'язків [2]. Наприклад: «*З тобою так легко працювати, ти завжди все пояснюєш дуже доступно*» (розм). Аналіз цього висловлювання свідчить про поєднання оцінки професійних якостей із емоційною підтримкою, що є типовим для жіночої комунікативної стратегії. Чоловіки ж послуговуються компліментами рідше, що частково зумовлено соціальними стереотипами щодо стриманості у вираженні емоцій. Проте в сучасному суспільстві спостерігається тенденція до зменшення цих відмінностей, що пов'язано з трансформацією гендерних ролей [1, с.5.].

Окрему увагу варто приділити структурним особливостям компліментів. У жіночому мовленні вони мають розгорнуту форму, включають уточнення або підсилення. Наприклад: «*Це була дуже цікава презентація, особливо сподобалося, як ти пояснила складні моменти*» (розм). У цьому прикладі комплімент деталізований, що підсилює його щирість і значущість для адресата. Натомість чоловічі компліменти частіше за все мають стислу форму викладу. Напиклад: «*Гарна робота, все чітко*» (розм). Лаконічність тут виступає маркером раціональності та ділової комунікації.

Не менш важливим є аспект ***реакції на компліменти***. У жіночому мовленні поширеною є стратегія зниження значущості власних досягнень або взаємного компліментування. Наприклад:

– «*Ти сьогодні дуже гарно виглядаєш!».*

– *«Дякую, але й ти виглядаєш чудово!*». Така реакція сприяє збереженню комунікативного балансу та уникненню домінування.

У чоловічому мовленні частіше простежуємо пряме прийняття компліменту. Наприклад:

–«*Ти добре впорався із завданням*».

– «*Дякую*».

Це свідчить про іншу комунікативну норму, де прямота не сприймається комунікантом як соціально небажана. У контексті сучасної цифрової комунікації, таких як-от: соціальні мережі, месенджери, гендерні особливості компліментів зазнають певної трансформації. Жінки частіше за все використовують емоційно насичені повідомлення з графічними засобами: «*Ти просто неймовірна(емодзі) дуже надихаєш!».* Чоловіки ж навпаки віддають перевагу більш стриманим формам. Наприклад:«*Класне фото, добре вийшло*». Проведений аналіз вказує на те, що навіть у цифровому середовищі зберігається різниця в рівні експресивності, хоча вона поступово нівелюється .

Крім того, гендерні аспекти компліментів значно залежать від соціокультурного контексту. У різних культурах норми щодо доречності компліментів,

особливо між представниками різних гендерів, можуть суттєво відрізнятися. Це впливає як на вибір теми, так і на форму висловлювання.

Отже, аналіз гендерних аспектів компліментів у сучасній комунікації дає змогу зробити висновок, що вони відображають глибинні соціальні установки та комунікативні стратегії. Жіноче мовлення характеризується більшою експресивністю, частотністю та орієнтацією на міжособистісну гармонію, тоді як чоловіче – лаконічністю, раціональністю та спрямованістю на результат. Водночас сучасні тенденції свідчать про поступове зближення цих моделей, що є наслідком змін у соціальній структурі суспільства.

Перелік посилань

1.Тараненко О. О. Принцип андроцентризму в системі мовних координат і сучасний гендерний рух . Мовознавство. 2005. № 1. С. 3–25.

2.Тараненко О. О. Андроцентризм у системі мовних координат і сучасний гендерний рух : монографія. Київ: Видавничий дім Дмитра Бураго, 2021. 112 с.

МОВНІ ПРАКТИКИ ІНКЛЮЗИВНОСТІ В СУЧАСНИХ УКРАЇНСЬКИХ МЕДІА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Оникієнко Ольга Андріївна, група 035-22-1
***Науковий керівник:* к.ф.н., доц. Ігнатьєва С.Є.**

Потребу в розширенні участі в суспільному житті насамперед відчувають люди з фізичними чи ментальними порушеннями. Інклюзія передбачає розроблення й упровадження конкретних рішень, що забезпечують кожній людині можливість рівноправно брати участь в академічному та суспільному житті. *Інклюзія (інклюзивність)* (від англ. *inclusion* – включення, залучення) – це процес розширення участі всіх громадян у суспільному житті [6, с. 7]. У «Словнику української мови» у 20 томах подано таке визначення: «Процес збільшення участі громадян у суспільному житті, зокрема громадян з обмеженими можливостями».

Інклюзія – це не лише політика чи соціальна програма, а передусім філософія мислення й система цінностей. Вона ґрунтується на визнанні різноманіття як переваги, а не проблеми. У ширшому значенні інклюзія означає готовність змінювати навколишній світ так, щоб він був доступним для всіх, а не змушував людину пристосовуватися до загальноприйнятих стандартів. За своїм змістом лексема «і*нклюзія*» близька до поняття «*інтеграція*» – поєднання, взаємопроникнення. Вона антонімічна до поняття «сегрегація» – відокремлення. За умов інклюзії всі зацікавлені сторони мають брати активну участь у досягненні бажаного результату [3].

Сьогодні інклюзивність стає необхідною нормою в усіх сферах суспільного життя України, зокрема у сфері сучасних засобів масової інформації – онлайн-видань і соціальних мереж, які забезпечують оперативне інформування та суттєво впливають на формування громадської думки. У ЗМІ інклюзивність насамперед реалізується через вживання відповідної лексики. Такий мовний підхід сприяє репрезентації та визнанню соціального розмаїття, дає змогу знижувати упередження, уникати дискримінації та підтримувати рівність між різними соціальними групами, зокрема за ознаками статі, гендерної ідентичності, етнічного походження, релігійних переконань тощо.

Отже, мовна інклюзивність масмедіа має позитивний вплив на суспільство, однак залишається недостатньо дослідженою, що й зумовлює актуальність обраної теми дослідження.

Однією з основних мовних практик інклюзивності в сучасних українських медіа є *лексична фемінізація*. Фемінітиви – це іменники жіночого роду, утворені від відповідних назв чоловічого роду, що позначають жінок за професією, соціальною роллю або видом діяльності. Фемінітивні лексичні одиниці мають тривалу історію функціонування в українській мові. Значна частина таких найменувань є усталеною в мовній практиці, хоча нові форми іноді можуть сприйматися як незвичні. Це зумовлено історичними особливостями суспільного розвитку, зокрема тим, що тривалий час багато професій і сфер діяльності

залишалися недоступними для жінок, а отже, відповідні мовні номінації не були актуалізовані.

У сучасних умовах мова закономірно змінюється відповідно до суспільних трансформацій. У XXI столітті жінки представлені в усіх сферах професійної діяльності, тому мовні засоби мають адекватно відображати цю соціальну реальність [5]. У зв'язку з цим упровадження фемінітивів є однією з найпомітніших тенденцій розвитку сучасного українського медіадискурсу.

Медійний дискурс активно поповнюється фемінітивами на позначення професій, посад, соціальних ролей і видів діяльності жінок, зокрема: *екологиня, кураторка, музейниця, фехтувальниця, нардепка, сержантка, майорка, генералка* тощо. Уживання таких мовних форм є важливим засобом реалізації принципів мовної інклюзивності, оскільки сприяє видимості жінок у суспільному просторі та забезпечує точніше відображення їхньої професійної й соціальної присутності. Наприклад : *Південь України стає напівпустелею, скоро виноград вирощуватимуть на Київщині, –* ***екологиня***, УНІАН [4]; *Сміливість першої спроби: есе Олі Русіної –* ***кураторки*** *дитячої програми на "Книжковому Арсеналі 2026"*, Суспільне мовлення [4]; ***Музейниця*** *з Житомира віднаходить і повертає творчість всесвітньо відомих музикантів в Україну*, інтернет-видання «Журнал Житомира») [4]; ***Фехтувальниця*** *Ольга Харлан бере відпустку у кар'єрі – у чому причина*», українська служба інформації «УСІ Online» [4]; ***Режисерка*** *"Щедрика" Олеся Моргунець-Ісаєнко дебютувала в театрі: 10 питань про творчість*, Суспільне мовлення) [4]; *Угорщину позбавлять права голосу, і це логічна відповідь на її політику щодо України, –* ***нардепка***, УНІАН) [4]; ***Сержантки, майорки, генералки*** *та інші* ***войовниці»***, Фейсбук [4].

Фемінітиви в медіа виконують не лише номінативну, а й соціокультурну функцію. Вони репрезентують зміни в суспільних уявленнях про гендерні ролі, сприяють подоланню мовної асиметрії та стереотипних моделей сприйняття жінок у публічній сфері. Особливої ваги це набуває в контексті висвітлення діяльності жінок у традиційно маскулінізованих сферах, зокрема у військовій, політичній, науковій та управлінській.

Отже, використання фемінітивів у сучасних українських медіа є не лише мовною тенденцією, а й важливим інструментом утвердження гендерної рівності, формування інклюзивного інформаційного простору та відображення актуальних суспільних трансформацій. Фемінітиви підвищують видимість жінок у професійній сфері, сприяють руйнуванню стереотипів, які полягають у домінуванні чоловіків в кар'єрі та суспільному житті, відображають реальний гендерний склад соціуму.

Ще одним важливим виявом мовної інклюзивності в сучасному медійному дискурсі є використання гендерно нейтральної мови. *Гендерно нейтральна мова* – це мовна практика, що не акцентує уваги на статевій належності особи та не апелює до гендерних відмінностей [1, с. 85]. Її основне призначення полягає в усуненні або нейтралізації гендерного маркування в найменуваннях осіб задля зменшення гендерних упереджень і забезпечення рівноправної репрезентації всіх соціальних груп.

У світовій мовній практиці гендерно нейтральна мова реалізується, зокрема, через заміну лексем із виразним гендерним складником на нейтральні відповідники. Так, в англійській мові поширеним є вживання таких форм, як ***police officer*** замість ***policeman / policewoman***, ***firefighter*** замість ***fireman***, ***chairperson*** або ***chair*** замість ***chairman***. Подібні мовні трансформації спрямовані на уникнення закріплення стереотипних уявлень про професійні ролі та соціальні функції.

В українській мові засобами реалізації гендерно нейтрального мовлення є насамперед уживання іменників спільного роду на позначення професій, посад, звань і статусів, а також використання форм множини, що дають змогу уникнути надмірної гендерної маркованості висловлювання. Такий підхід сприяє формуванню інклюзивного мовного середовища, у якому всі учасники комунікації представлені на засадах рівності. Наприклад: ***Листоноша*** *з Чернівецького району на початку війни* ***привласнила*** *собі гроші, які селяни сплачували за комуналку*» (аналітичне інтернет-видання Львова «Zaxid.net» [4]; ***Староста*** *сіл на Миколаївщині* ***приховала*** *в декларації майна на шість мільйонів – її оштрафували,* «Антикорупційний вимір» – незалежне українське онлайн-медіа та громадська організація, що спеціалізується на викритті корупційних схем, розслідуванні діяльності посадовців, моніторингу боротьби з корупцією [4]; ***Педагоги*** *ліцею № 5 долучилися до STEM-Meetup у Дніпрі*, Фейсбук [4]; *У Львові* ***лікарі провели*** *унікальну операцію зі зрощення кісток за допомогою стовбурових клітин* Укрінформ) [4].

Важливим складником мовної інклюзивності в сучасних медіа є вживання коректної лексики, що передбачає уникнення стигматизувальних, дискримінаційних або таврувальних висловів [2]. Такий підхід спрямований на забезпечення поваги до людської гідності, недопущення мовної дискримінації та формування толерантного інформаційного простору. Наприклад: *Відтепер в Україні* ***люди з інвалідністю*** *(замість* ***«інваліди»****) зможуть отримати компенсацію до 50 тисяч гривень за переобладнання автомобіля під власні потреби»* (Суспільне мовлення) [4]; ***18-річний музикант з аутизмом*** *(замість «****аутист****») та його ансамбль зібрали понад 250 тисяч гривень на ЗСУ*» (український друкований щотижневий суспільно-політичний журнал «NV») [4]; *Держава забезпечуватиме звуковими процесорами* ***людей із порушеннями слуху*** *(замість «****глухих****», «****глухонімих****») – рішення Кабміну (інтернет-видання «Українська правда»*) [4]; *Які проблеми зі здоров'ям можуть мати* ***літні люди*** *(замість «****старі****»), що пізно снідають: деталі* (Факти ICTV) [4]; ***Бездомні люди*** (замість «*бомжі*», «*безхатьки*» чи «*безхатченки*») *продовжують отримувати допомогу в умовах воєнного стану* (Укрінформ) [4]; *Під Каховкою* ***українські роми*** *(замість «****цигани****») вкрали у російських окупантів танк – місцеві* (УНІАН) [4].

Коректне слововживання передбачає добір нейтральних і поважних мовних одиниць, які не принижують особу чи соціальну групу та не закріплюють негативних стереотипів. Зокрема, у медіатекстах доцільно використовувати конструкції на зразок *людина з аутизмом* замість стигматизувальних означень, *роми* замість етнічно некоректних назв, *бездомні люди* замість лексем із негативною конотацією, *літні люди* або *люди старшого віку* замість зневажливих чи

знеособлених найменувань. Послуговування коректною лексикою в медійному дискурсі не лише підвищує якість публічної комунікації, а й сприяє зменшенню соціальної стигматизації, утвердженню принципів рівності та розвитку інклюзивної культури мовлення.

Отже, мовна інклюзивність у сучасних українських засобах масової інформації постає не лише як відображення суспільних трансформацій, а й як дієвий інструмент їх формування. Проведений аналіз засвідчив, що впровадження фемінітивів, гендерно нейтральних мовних засобів і коректної лексики сприяє формуванню більш рівноправного, відкритого та різноманітного українського суспільства, забезпечує видимість, повагу та гідне представлення кожного його члена.

Перспективи подальших досліджень убачаємо у вивченні інших мовних практик інклюзивності в масмедіа, які прямо чи опосередковано впливають на утвердження демократичних цінностей, розвиток гуманістичних засад суспільства та розбудову сучасної правової держави.

Перелік посилань

1.Двомовний словник термінів з гендерної рівності, прав людини та справедливості у сфері здоров'я (з практичними прикладами їх використання) / МОЗ України, ВООЗ. Київ, 2025. 322 с.

2.Зінченко В. М., Грищенко О. В. Мовна інклюзія в публічному дискурсі та лінгвістичні стратегії сприяння соціальній рівності. *Вісник гуманітарних наук.* Миколаїв, 2024. Вип. 1. URL: https://surl.li/moqhyr

3.Інклюзія (інклюзивність) – що це таке, визначення простими словами. URL: https://karapuziki.com.ua/inkliuziia-inkliuzyvnist-tse-shcho-take-vyznachennia-prostymy-slovamy/.

4.Посилання на новини, публікації сучасних українських медіа, які містять мовні практики інклюзивності: https://surl.li/tdcstj, https://surl.li/hpnjez, https://surl.li/vhhkeh, https://surl.li/vhhkeh, https://surl.li/rjvpkn, https://surl.li/twiakv, https://www.facebook.com/share/p/164kksJpbb/, https://surl.li/jrlztq, https://surl.li/hhzqky, https://www.facebook.com/share/p/1ALkgC9Dip/ , https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/4108066-u-lvovi-likari-proveli-unikalnu-operaciu-zi-zrosenna-kistok-za-dopomogou-stovburovih-klitin.html

5.Словник безбар'єрності : фемінітиви. URL: https://dpss.gov.ua/news/slovnyk-bezbariernosti-feminityvy.

6.Ясеновська М., Зіненко О. Кращі інклюзивні практики. 2020. 32 с.

ПРОЯВИ СЕКСИЗМУ В УКАЇНСЬКОМУ СЕГМЕНТІ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Оскаленко Іван Сергійович, група 035-22
***Науковий керівник*: к.філол.н., доц. Ігнатьєва Світлана Євгенівна**

Трансформація комунікаційних процесів у сучасному суспільстві призвела до активного перенесення дискурсів у цифрове середовище. Соціальні мережі (Facebook, Instagram, TikTok) стали не лише платформою для обміну інформацією, а й простором, де транслюються та закріплюються стійкі соціальні стереотипи. Однією з найгостріших проблем сучасної гендерної лінгвістики є сексизм – дискримінація особи за ознакою статі, що реалізується через систему мовних засобів.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю критичного переосмислення мовної поведінки українських користувачів у контексті європейських стандартів гендерної рівності та динамічних змін у лексичній системі мови.

Метою роботи є аналіз особливостей мовної репрезентації сексизму в українському сегменті соціальних мереж, виявлення лексичних та прагматичних маркерів дискримінації, а також дослідження реакції аудиторії на ці прояви. Об’єктом дослідження виступають дописи та коментарі користувачів у популярних соціальних медіа за 2024–2026 роки. У сучасній науці сексизм розглядається не лише як відкрита агресія, а як складна система «амбівалентного сексизму», що включає ворожі та доброзичливі форми.

До ***ворожого сексизму*** у соцмережах уналежнюємо пряму вербальну агресію, послуговування обсценною лексикою, мову ворожнечі (hate speech) та образи, спрямовані на приниження жінки як особистості чи професіонала.

Доброзичливий сексизм уважаємо більш латентним, який, зазвичай, маскується під компліменти, турботу або «традиційні цінності». Такий сексизм апелює до стереотипних образів, наприклад, «*берегиня*», «*слабка стать*», що де-факто обмежують агентність жінки, замикаючи її в межах патріархальних очікувань.

Лінгвістично сексизм насамперед реалізується через:

а) *Асиметрію номінацій***:** використання професійних назв виключно в чоловічому роді щодо жінок – заперечення фемінітивів.

б) *Об’єктивацію:* надмірний акцент на зовнішніх характеристиках жінки в ситуаціях, де це не є релевантним – професійна діяльність, політика.

в) *Стереотипізацію:* приписування певних рис характеру або інтелектуальних здібностей на основі гендеру.

Проведений аналіз контенту в українському сегменті мереж Facebook та Instagram дає змогу виокремити кілька домінуючих стратегій мовної дискримінації. Найбільш поширеною уважаємо стратегію об’єктивації, яка полягає у зведенні особистості жінки виключно до її зовнішніх характеристик. У дискурсі соціальних мереж вона виявляється через надмірне вживання художніх засобів, зокрема епітетів, що вказують на характерну, істотну або приховану зовніш-

ність навіть у контекстах, пов'язаних із професійною чи науковою діяльністю жінки. Такі мовні конструкції нівелюють інтелектуальні та фахові якості суб'єкта, фокусуючи увагу аудиторії лише на візуальному аспекті [1, с. 92]. Ще однією стратегією лінгвістичного сексизму уважаємо активне послуговування димінутивними мовними одиницями – зменшувально-пестливими формами, які становлять інструмент інфантилізації та приниження соціального статусу жінки. У приватному спілкуванні лексичні одиниці, наприклад, «*дівчинка*», «*сонечко*», «*рибонько*», «*голубонько*» мають позитивне забарвлення, тоді, як у публічному просторі соцмереж вони зазвичай, виконують прагматичну функцію применшення авторитету. Це формує мовну модель, у якій жінка маркується як об'єкт, що не сприймається серйозно або потребує опіки.

Особливу увагу в аналізі сегменту соціальних мереж приділено реакції реципієнтів на вживання фемінітивів. Соціальні мережі стали головним майданчиком для «мовних війн» навколо назв професій у жіночому роді [4, с. 106]. Агресивне неприйняття лексем «*філологиня*», «*директорка*» чи «*членкиня*» виходить за межі лінгвістичної дискусії та переходить у площину вербального сексизму. Користувачі послуговуються іронією та сарказмом, створюючи спотворені словоформи з метою дискредитації не лише мовної норми, а й професійної ідентичності самих жінок.

У візуально-текстовому контенті сексизм має синтетичний характер, поєднуючи вербальні компоненти з візуальними: меми, рекламні банери та ін.

В українському сегменті цифрового середовища досі поширеним є використання жіночого тіла для реклами товарів, які не мають до нього безпосереднього відношення, зокрема будівельних матеріалів чи автозапчастин [1,с.142]. Текстовий супровід таких дописів зазвичай базується на прагматиці двозначності та грубій грі слів, що спрямована на сексуалізацію образу жінки та приниження її соціальної суб'єктності. Така мовна поведінка сприяє формуванню стійких когнітивних установок у молодіжної аудиторії, яка є найбільш активним споживачем контенту в мережах TikTok та Instagram. Відсутність належної модерації та недостатній рівень медіаграмотності користувачів призводять до поступової нормалізації сексизму.

Отже, дискримінаційні мовні конструкції сприймаються як складники «традиційного гумору» або «свободи слова», що вступає у суперечність із нормами сучасної культури українського мовлення [3, с. 254].

Розв'язання проблеми сексизму в українському сегменті соціальних мереж потребує комплексного підходу, що поєднує технічні, освітні та лінгвокультурні аспекти. *По-перше*, важливим кроком є вдосконалення алгоритмів автоматичної модерації контенту. Сучасні нейромережі мають бути налаштовані на розпізнавання не лише прямої агресії, а й латентних форм дискримінації, зокрема «мови ворожнечі» (hate speech) за гендерною ознакою. *По-друге,* ключову роль відіграє підвищення рівня медіаграмотності та лінгвістичної чутливості користувачів. Впровадження фемінітивів у повсякденну практику, відмова від стереотипних епітетів та популяризація гендерно нейтрального спілкування сприяють формуванню інклюзивного середовища, що відповідає сучасним нормам культури фахового мовлення [3, с.215]. Соціальні мережі також виступа-

ють платформою для просвітницьких кампаній, спрямованих на розвінчування патріархальних міфів та подолання усталених гендерних стереотипів [1, с.148]. Нарешті, розвиток культури цифрового етикету та саморегуляції спільнот дає змогу створювати «безпечні простори» (safe spaces), де дискримінаційні висловлювання отримують негативну оцінку з боку самої аудиторії. Це поступово змінює суспільну норму: те, що раніше сприймалося як «невинний жарт», сьогодні все частіше маркується як неприпустима поведінка, що свідчить про динамічні зміни у сприйнятті соціальних ролей через мову.

Отже, проведене дослідження дає змогу констатувати, що український сегмент соціальних мереж становить активне середовище для репродукції гендерних стереотипів та сексизму. Мовні прояви дискримінації варіюються від відкритої вербальної агресії та об'єктивації до латентних форм, зокрема недоречного вживання димінутивів або іронічного заперечення фемінітивів. Це свідчить про глибоку вкоріненість патріархальних установок у мовній свідомості користувачів та їхній вплив на стратегії цифрової комунікації [1, с.240]. Соціальні мережі водночас прискорюють розповсюдження сексистського контенту через механізми віральності та, надають інструменти для формування нової мовної етики. Лінгвістичний аналіз підтверджує, що сучасна комунікація перебуває у стані активної трансформації: спостерігається конфлікт між традиційними конструкціями та новими нормами, що базуються на гендерній рівності та повазі до гідності особи [3, с. 312].

Подальші дослідження у цьому напрямку фокусуються на моніторингу лексичних інновацій та аналізі нових форматів комунікації у відеоцентричних мережах (TikTok, Instagram Reels). Це уможливить глибше зрозуміти динаміку мовних змін та процеси адаптації української мови до сучасних соціальних викликів.

Перелік посилань

1. Гендерна лінгвістика: теорія та практика / за заг. ред. О. В. Малахової. Київ : Логос, 2021. 245 с.
2. Марценюк Т. О. Чому не варто боятися фемінізму. Київ : Комора, 2018. 328 с.
3. Мацько Л. І. Культура української фахової мови. Київ : ВЦ «Академія», 2017. 360 с.
4. Стишов О. А. Динамічні процеси в лексиці української мови на межі XX–XXI століть. Київ : Видавничий центр КНЛУ, 2019. 210 с.

CHALLENGES IN TRANSLATING MECHANICAL ENGINEERING TERMS

Dnipro University of Technology

Pasichnyk Victoria Oleksandrivna, group 035-24-5
***Scientific advisor*: Senior Lecturer, Stoliarska Olena Viktorivna**

Mechanical engineering translation is considered to be more demanding and challenging among other fields of technical translation. However, what aspects cause the most difficulties?

Translation of mechanical engineering texts requires a translator to have a high level of precision and professional knowledge, since errors can potentially lead to production difficulties. One of the frequently occurring issues includes complications related to specialized terminology, such as clichés, multicomponent terms and neologisms. It is noteworthy that terms may have multiple meanings.

Commonly, technical texts use professional vocabulary in which the meanings of objects differ significantly from their generally accepted meanings. Clichés are part of professional vocabulary and include idioms, set expressions, and ready-made phrases; replacing them with synonyms would indicate a low professional level of the translator. For example, the words “ділянка” and “проміжок” are synonyms, as are “обладнаний” and “оснащений”. However, in technical translation, it is correct to use only “ділянка” and “обладнаний”.

Multicomponent terms consist of a main component (head noun) and attributive elements. In the English language, attributive elements are typically placed on the left and modify the meaning of the head noun. On the contrary, in Ukrainian language, multicomponent terms tend to be placed on the right. For example: “linear displacement sensor” – “датчик лінійного переміщення”, “high precision lathe” – “верстат токарний прецизійний” [1].

The most difficult terms to translate are neologisms, since they are usually not recorded in dictionaries. A considerable number of neologisms stem from the creation of new branded products, development of new materials and technologies. For example, due to the use of new materials for creating less polluting engines, ASF (Audi Space Frame) – просторова рама “Ауді”, was created [2].

Technical terms can have multiple meanings depending on the field. In mechanical engineering, “valve” means “клапан”, while in radio engineering, “valve” means “електронна лампа”. This issue becomes even more complex because meanings may vary from one device or piece of equipment to another. Term “key” might mean “ключ”, “шпилька”, “кнопка”, “перемикач” ect. Therefore, understanding the context is an essential component of high-quality translation [3].

In summary, translators should pay close attention to the context in which a term is used and constantly improve their professional knowledge in the field in order to avoid errors and to find appropriate equivalents in cases where dictionaries do not provide them.

References

1. Мосієвич Л. В. Труднощі перекладу англомовних багатокомпонентних термінів з машинобудування українською мовою / Л. В. Мосієвич. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Філологія. Журналістика. 2022. Т. 33(72), № 5(2). С. 29-33. URL: https://philol.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/5_2022/part_2/6.pdf

2.Кузьміна Аліна. Автомобільні неологізми в сучасній англійській мові / Наукові розвідки студентів факультету іноземної філології Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди: збірник тез наукових доповідей. Харків: ХНПУ імені Г.С. Сковороди, 2020. 98 с. URL: https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a65c3ce8-cda5-45fd-ab08-2de335bf2699/content

3.Тексти лекцій «Практика технічного перекладу» Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького URL: https://studfile.net/preview/11514799/

ВИКОРИСТАННЯ ОСВІТНЬОГО ШІ-АСИСТЕНТА ДЛЯ РОЗВИТКУ ВЛАСНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Пономаренко Ангеліна Григорівна
***Науковий керівник:* д. ф. н., проф. Шитик Людмила Володимирівна**

На сьогодні використання штучного інтелекту набуло масового вжитку не тільки в Україні, а й у всьому світі. Особливо запотребувані ці ресурси в освітньому просторі. Різні моделі чат-ботів, такі як Chat GPT, Gemini, Deep Seek, Claude тощо, виконують багатовекторні завдання: від побутових питань до планування та розв'язання освітніх проєктів і написання робіт.

Інтеграцію нейромереж в освітній процес сприймають неоднозначно: з одного боку, використання штучного інтелекту може полегшити виконання завдань, допомогти створити різні інформаційні продукти (презентації, фото, відео тощо), а з іншого, – постає питання щодо унікальності цих робіт, їхньої доброчесності та достовірності поданої інформації. Заслуговує на увагу проблема індивідуалізації знань та балансу між використанням штучного інтелекту та збереженням людського чинника в освітній сфері.

Безперечно, штучний інтелект може бути корисним інструментом для застосування в різних освітніх царинах, зокрема для створення навчального контенту. Залучення такого цифрового елемента активізовано не лише серед здобувачів вищої освіти, а й серед викладачів – для розроблення курсів, структурування лекційних занять, генерації тестових питань, створення презентацій тощо.

Справді, якщо такий сучасний інструмент може виконати деякі завдання, то його застосування значно зекономить час, зусилля, допоможе проаналізувати освітні продукти. Проте важливо не лише етично й доброчесно використовувати ці ресурси, а й зважати на проблему достовірності згенерованої штучним інтелектом інформації. Активні користувачі помічають, що відповіді ШІ часто не містять актуальних і коректних даних, а це може спричинити проблеми, якщо користувач не перевірить подану інформацію. Питання стосується не лише пошуку даних, а й розв'язання завдань із точних наук: математичних, хімічних, фізичних рівнянь та задач [2], а також перекладу текстів з іноземних мов [1].

Варто зазначити, що рекомендації стосовно використання ШІ в освіті, розроблені Міністерством освіти і науки України та Міністерством цифрової трансформації України, передбачають: контроль з боку людини, технічну надійність та безпеку, прозорість, підзвітність, відповідність навчальним цілям, розвиток навичок критичного мислення, відповідність етичним та конфіденційним викликам [3].

Практичним аспектом нашого наукового дослідження є визначення балансу між використанням освітнього ШІ-асистента та розвитком власного інтелекту. Чат-бот «Лінгвоасистент» створений не лише для виконання освітніх завдань, а й для оптимізованого планування в нейромережі Claude, тобто ШІ-помічника запрограмовано не лише розв'язувати поставлені в промті завдання,

а й спонукати залучення власного інтелекту студента. Оскільки в безкоштовній версії кількість промтів на день обмежена, до їх надсилання варто ставитися виважено. Чат-бот має такий інтерфейс і панель для виконання завдань (див. рис. 1 та рис. 2):

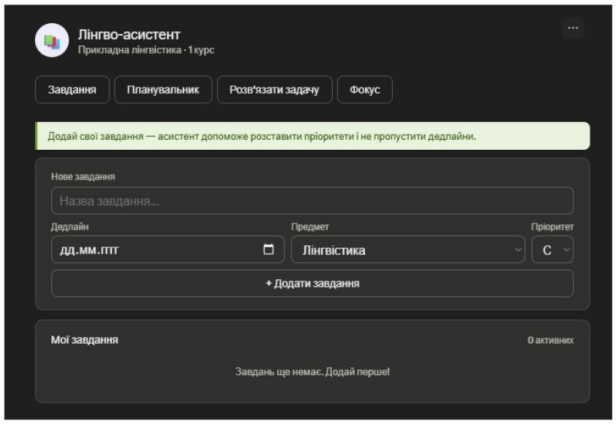


Рис. 1 – Інтерфейс освітнього чат-бота

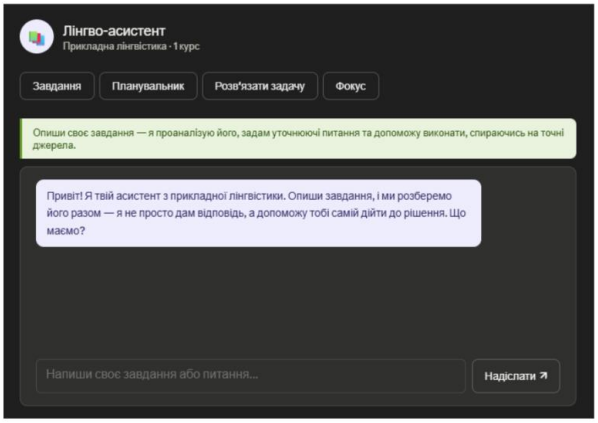


Рис. 2 – Панель виконання завдань у чат-боті

З огляду на специфіку майбутнього фаху – філологія, наші запити до чат-бота спрямовані саме на розв'язання завдань у царині прикладної лінгвістики. Щоб продемонструвати його роботу, ми надіслали промт: «*Поясни, як правильно транскрибувати слово "збіжжя" і де в ньому наголос. Також наведи приклад у реченні*».

Відповідь бота містила запитання для уточнення: «*Який тип транскрипції вам потрібен?*», «*Скільки звуків ви чуєте у слові "збіжжя", коли вимовляєте його?*», «*На який склад падає наголос у вашій природній вимові?*», тобто ШІ намагався залучити наші знання і критичне мислення для виконання цього завдання. Далі чат написав: «*Пропоную скористатись авторитетним джерелом*» і дав покликання на «Словник наголосів української мови» та «Український правопис». Під час такої взаємодії вдалося поєднати ШІ та власний інтелект на практичному досвіді застосування чат-бота та спрямувати його роботу так, щоб ШІ-асистент схиляв користувача до виконання поданого завдання. Після використання запропонованих офіційних довідників вдалося переконатися в достовірності відповіді чат-бота.

Отже, використання штучного інтелекту в освіті – це реальний інструмент, який уже сьогодні змінює підходи до навчання. Проте, як засвідчує практика, головна проблема полягає не в самому ШІ, а в тому, наскільки усвідомлено його застосовує здобувач освіти чи викладач.

Зреалізований науковий пошук дав підстави зробити кілька ключових висновків. По-перше, освітній ШІ-асистент може бути корисним помічником, але в жодному разі не замінить власного інтелекту. Він здатний швидко добирати джерела, структурувати інформацію, пропонувати ідеї, однак відповідальність за кінцевий результат, перевірку фактів і глибину аналізу все одно лежить на людині.

По-друге, створений чат-бот «Лінгвоасистент» на базі Claude довів, що ШІ можна «налаштувати» так, аби він спонукав користувача самостійно мислити. Коли ШІ-помічник замість готової відповіді ставить уточнювальні запитання, пропонує звернутися до першоджерел («Українського правопису», «Словника наголосів» та ін.) і просить студента проаналізувати власну вимову – це зміщує фокус із пасивного споживання інформації на активне її опрацювання. У ході дослідження вдалося поєднати використання ШІ та залучення власного інтелектуального ресурсу, і саме в цьому балансі, на нашу думку, полягає головний потенціал таких технологій.

По-третє, рекомендації Міністерства освіти і науки України та Міністерства цифрової трансформації України підтверджують, що держава також бачить майбутнє освіти не в забороні ШІ, а у виробленні навичок критичного мислення, прозорості та людського контролю. Звісно, залишається низка відкритих питань: Як перевіряти унікальність робіт, виконаних за допомогою ШІ? Як уникнути спокус щодо копіювання згенерованої відповіді? Як адаптувати освітні програми під нові реалії? Але ці виклики – не привід відмовлятися від технологій, а стимул шукати нові форми навчання.

Підсумовуючи, зауважимо, що штучний інтелект – це багатогранний інструмент, який дає стільки, скільки в нього вкладаєш. Якщо використовувати його як основне і єдине джерело знань – він відповідно розслабляє мозок; якщо ж як помічника – то він спонукає користувача розвиватися. Тому важливо тримати баланс між цими критеріями та вчасно зрозуміти, коли штучний інтелект починає заміняти ваш.

Перелік посилань

1. Візнюк І. М., Буглай Н. М., Куцак Л. В., Поліщук А. С., Килимник В. В. Використання штучного інтелекту в освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2021. Вип. 59. С. 14–22. URL : https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22.

2. Занько Н. В., Глуховецький П. А. Вплив штучного інтелекту на освітній процес: аналіз змін. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Інновації та розвиток* : монографія. Харків : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2024. С. 124–134.

3. Рекомендації щодо відповідального впровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах вищої освіти / Міністерство освіти і науки України & Міністерство цифрової трансформації України. 2025. URL : https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/news/2025/04/24/shi-v-zakladakh-vyshchoi-osvity-24-04-2025.pdf.

МЕТАФОРИЗАЦІЯ СТЕПУ В ПОЕТИЧНОМУ ДИСКУРСІ ЛЕСІ СТЕПОВИЧКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Руденко Стефанія Михайлівна, група 035-23-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Поетичний дискурс Лесі Степовички неодноразова ставав об'єктом досліджень українських мовознавців. Так С.Ігнатьєва вивчала антропонімікон поетичного дискурсу поетки Придніпров'я. Вказала на те, що «антропонімійні одиниці не лише відбивають власне світобачення письменниці, а й є одним із найгостріших видів її словесної зброї, набувають нових конотацій, символізуються, стають важливим засобом емоційно-образного розгортання подій, дають естетичну зарядженість, насолоду й невичерпні можливості, відтворюють особливості її глибокого національного світовідчуття лінгвокультурної інформації» [2, с.68]. С.Ігнатьєва визначила структуру базового фрейму ПРИРОДА в українському щоденниковому дискурсі, до якого уналежнила кілька важливих фреймів: СТЕП, МОРЕ, ЛІС, ГАЙ, КЛІМАТ, ФЛОРА, ФАУНА [3, с.174].

Варто наголосити, що степ як один із ключових топосів української культури посідає важливе місце в поетичному мовленні. У творчості Леся Степовички він набуває особливої образно-семантичної насиченості, виступає не лише як природний ландшафт, а як носій глибоких символічних значень. Дослідження метафоризації степу дає змогу виявити індивідуально-авторське бачення світу та особливості мовної картини поетки XXI століття. Мета: проаналізувати мовні засоби метафоризації образу степу в поетичному дискурсі Лесі Степовички та визначити їхні функції. Завдання: з'ясувати семантичні особливості лексеми «степ» у поезії авторки; виявити основні типи метафоричних моделей; охарактеризувати стилістичні функції образу степу; визначити роль метафори у формуванні авторської картини світу.

Великий тлумачний словник сучасної української мови пропонує таке визначення лексеми степ «Великий, безлісий, вкритий трав'янистою рослинністю, рівний простір у зоні сухого клімату» [1, с.1193]. Степ для Лесі Степовички постає не лише як пейзажна реальність, а як символічний простір буття, у якому формується духовний світ української жінки Придніпров'я – відкритий, вільний і внутрішньо гармонійний. Це своєрідний екзистенційний горизонт, де природний ландшафт трансформується у носія культурних смислів та ідентичності – Леся Степовичка – «***степова амазонка***» [4]. У цьому контексті псевдонім «Степовичка», обраний поеткою Олександрою Булах (Шуманн), набуває виразного метафоричного звучання: він постає як вербалізований образ єдності авторки зі степом, як голос самої землі, що промовляє крізь жіночу чуттєвість і слово. Таким чином, псевдонім функціонує не лише як знак самоідентифікації, а як поетична формула, у якій степ персоніфікується, а особистість поетки розчиняється у його безмежності, водночас зберігаючи індивідуальну інтонацію. У науковому дискурсі такий літературний антропонім доцільно розглядати як семантично мотивований, культурно й географічно зумовлений.

По-перше, етимологія «*Степовичка*» походить від лексеми «степ» і містить суфіксально оформлену фемінативну форму, що вказує на приналежність до певного просторового середовища – степової зони України. Таким чином, псевдонім репрезентує автоідентифікацію авторки як «доньки степу», що символізує її органічний зв'язок із природним ландшафтом Придніпров'я.

По-друге, вживання цього псевдоніма, на нашу думку, відображає домінантні мотиви її творчості, зокрема любов до рідного краю, оспівування степової природи, відкритих просторів та національного колориту. У цьому контексті «Степовичка» виконує функцію художнього коду, який одразу задає тематичний і емоційний вектор сприйняття поетичного тексту.

По-третє, вибір псевдоніма можна трактувати як свідомий акт самопрезентації в літературному полі, спрямований на регіональну ідентичність та відмежування від урбаністичного чи космополітичного дискурсу. Це також відповідає традиціям української літератури, де псевдоніми зазвичай, відображають зв'язок митця з природою або батьківщиною, наприклад, Марко Вовчок чи Леся Українка.

Отже, псевдонім «*Степовичка*» є не лише номінативним складником, а й важливим семіотичним засобом, який концентрує у собі географічні, культурні та естетичні орієнтири творчості поетки, підкреслюючи її глибоку прив'язаність до степового простору та української національної традиції.

У поетичних рядках Лесі Степовички:

Бо тремконогі вороненькі
були готові, далебі,
не грать на куцім кілометрі –
в ***степи летіть****, в останній бій!* [5, с.15]

степ постає не просто як географічний простір, а як глибоко символічний і емоційно насичений образ, це простір волі й останнього вибору. Висловлювання «***в степи летіть****, в останній бій*» створює образ степу як відкритого, безмежного простору, де відбувається вирішальна подія. Степ тут асоціюється зі свободою руху '*летіть*', але водночас і з небезпекою, бо це місце «*останнього бою*». Власне, дієслівна одиниця «летіть» переносить уявлення про степ із статичного пейзажу в динамічний простір. Це типове пернесення для української степової поетики: простір оживає через рух, він ніби кличе вперед. Простежуємо опозицію '***обмеженого***' і '***безмежного***'. Вислів «*не грать на куцім кілометрі*» протиставляє обмежений, «*куций*» простір – *широкому степу*. Лексема «*куций*» має зменшувально-зневажливий відтінок, наголошує на тісняву, неволю або навіть дріб'язковість. Натомість степ – антипод: широкий, справжній, гідний героїчних вчинків. «*Вороненькі*» – пестливо-зменшувальна форма, яка викликає асоціації з кіньми або воїнами, що є традиційним українським символом. Зменшувально-пестливий суфікс ***–еньк*** додає емоційної теплоти, але водночас контрастує з трагічним змістом «останнього бою». Степ постає символом української ідентичності. У контексті української традиції степ зазвичай символізує:

а) історичну пам'ять – козацькі часи,

б) боротьбу,

в) волю та простір для героїзму.

У цих поетичних рядках Лесі Степовички степ виконує саме таку функцію –це місце, де реалізується найвища мета персонажів.

Отже, степ у поетичному дискурсі Лесі Степовички репрезентований через поєднання просторових – безмежність, динамічних – рух, політ і символічних – воля, боротьба характеристик. Контраст із «куцим кілометром» підсилює його значення як простору справжнього життя і героїчного вибору.

У поетичному дискурсі Лесі Степовички степ постає як багатовимірний образ, що реалізується через низку метафоричних моделей:

Степ як жива істота – персоніфікація: степ «дихає», «шепоче», «пам'ятає», що надає йому антропоморфних рис.

Степ як простір свободи: метафори безмежності, відкритості, що символізують волю та екзистенційну розкутість.

Степ як історична пам'ять: образ пов'язується з минулим, козацькою добою, колективною пам'яттю народу.

Степ як емоційний стан: через метафору степ передає внутрішні переживання ліричного героя – самотність, спокій, тривогу.

Метафоризація здійснюється за допомогою епітетів, персоніфікацій, порівнянь та символічних образів, що формують індивідуальний стиль поетеси.

Отже. образ степу в поезії Лесі Степовички є ключовим елементом її поетичної картини світу. Через метафоризацію степ трансформується з реального географічного об'єкта у складний культурно-символічний знак, що відображає національну ідентичність, історичну пам'ять і внутрішній світ людини.

Перелік посилань

1.Великий тлумачний словник сучасної української мови. уклад. і голов. ред.. В. Т. Бусел. Київ.; Ірпінь: ВТФ «Перун» 2003. 1440 с.

2. Ігнатьєва, С. (2025). Антропоніми як важливі маркери лінгвокультурної інформації (на матеріалі поетичного дискурсу Лесі Степовички). *Проблеми гуманітарних наук: збірник наукових праць Дрогобицького державного педагогічного університету* імені Івана Франка. Серія «Філологія», 61, 68–74, doi: https://doi.org/10.24919/2522-4565.2025.61.8

3. Ігнатьєва С. . (2020) Лінгвостилістичні особливості фрейму „ПРИРОДА" в українському щоденниковому дискурсі Слобожанська беседа - 13. Лінгвістика тексту і вивчення української ментальності: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Старобільськ, 9 листоп. 2020 р.) /ДЗ „ЛНУ імені Тараса Шевченка"; за ред. проф. Глуховцевої К. Д. Вип. 13. Старобільськ, 2020. 252 с. С.174-178.

4. Степовичка Леся. Віват, степова амазонко! Лесі Степовичці на третє двадцятиліття. Львів. Ліга-Прес, 2012. 132 с.

5. Степовичка Леся. Медитації пташиного крила : поезії. Дніпропетровськ : Моноліт, 2003. 96 с.

ШЛЮБНІ І МОРАЛЬНІ НОРМИ В УКРАЇНСЬКИХ ПРИСЛІВ'ЯХ І ПРИКАЗКАХ: ЛІНГВІСТИЧНИЙ АСПЕКТ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Самохіна Ольга Сергіївна, група 035-22
***Науковий керівник*: к.філол.н., доц. Ігнатьєва Світлана Євгенівна**

Українські народні прислів'я та приказки є важливим джерелом вивчення національної мовної картини світу, оскільки в них закарбовано багатовіковий досвід народу, його морально-етичні норми, соціальні уявлення та ціннісні орієнтири. Особливе місце в паремійному фонді посідають вислови, що стосуються сімейних взаємин, шлюбу, моральної поведінки чоловіка й жінки, оскільки саме в них найбільш виразно репрезентовано традиційні гендерні ролі та суспільні очікування.

Актуальність дослідження зумовлена зростанням інтересу до проблем гендерної лінгвістики, яка розглядає мову як засіб фіксації й трансляції соціальних моделей поведінки. У сучасному суспільстві, де активно переосмислюються питання гендерної рівності, сімейних цінностей і ролі жінки та чоловіка в соціумі, особливо важливим є звернення до фольклорної спадщини як до джерела усталених культурних стереотипів. Прислів'я та приказки не лише відображають народний світогляд, а й виконують нормативно-виховну функцію, формують уявлення про належну поведінку, моральні чесноти та соціально прийнятні моделі взаємин.

Метою роботи є аналіз особливостей мовної репрезентації гендерних ролей у українських народних прислів'ях і приказках, зокрема в аспекті шлюбних і моральних норм. У дослідженні увагу зосереджено на виявленні мовних засобів, за допомогою яких конструюються образи чоловіка та жінки, простежуються гендерні стереотипи, соціальні ролі та механізми суспільного контролю. Аналіз паремійного матеріалу дає змогу глибше зрозуміти взаємозв'язок мови, культури та традиційних уявлень українського народу.

Українські прислів'я та приказки, пов'язані зі шлюбом і моральними нормами, репрезентують цілісну систему традиційних уявлень про гендерні ролі, соціальну зрілість, дошлюбну поведінку та суспільний контроль. Напр.: *Дівчина хлопця дожене, хоч він і води жене* [3, с. 53]; *Дівчина ще родиться, а козак вже на коня садовиться»* [3, с. 53]. Тут простежуємо виразну асиметрію у мовному конструюванні жіночого й чоловічого шлюбного статусу: жіноча поведінка регламентується значно жорсткіше, а шлюб постає не лише як особистий вибір, а як обов'язковий етап соціальної легітимації. Передусім паремії фіксують ранню соціалізацію дівчини як потенційної нареченої. Вислови *Дівчина хлопця дожене…*; *Дівчина ще родиться, а козак вже на коня садовиться* відображають народне уявлення про швидше дорослішання дівчини та її ранню включеність у шлюбний дискурс. Лінгвістично тут важливими є темпоральні маркери такі як-от: «ще», «вже». Вони створюють опозицію жіночого «*очікування шлюбу*» і чоловічого «*діяльного входження у світ*». Метафорика руху , зокрема, «дожене» символізує жіночу активність у прагненні до соціально схваленого статусу.

Важливу роль у соціалізації молоді відігравали вечорниці – традиційні молодіжні зібрання, які створювали сприятливі умови для знайомства та вибору майбутнього шлюбного партнера [1, с.62]. Особливу увагу привертає евфемістична й метафорична мова, пов'язана з інтимними стосунками. Напр.: *Йому від неї була мокра* або навпаки: *Левкові була од Горпини суха*. Лексична опозиція «*була мокра*» / «*була суха*» функціонують як завуальовані маркери згоди чи відмови на близькість. Такі образи демонструють характерну для традиційної культури непряму номінацію інтимної сфери, де фізична близькість осмислюється через побутово-природні асоціації. Це свідчить про мовну стратегію табуювання сексуальності: відверте висловлення почуттів або бажань замінюється натяком, символом, метафорою.

Окремий прошарок становлять фразеологізми відмови: «*давати гарбуза*», «*пекти гарбуза*» [1, с. 69]. Тут гарбуз становить культурний знак відторгнення, а сама відмова набуває ритуалізованої форми. Важливо, що мовна картина світу визнає певну жіночу агентність: саме дівчина часто приймала рішення щодо симпатії чи відмови. Однак ця агентність була обмежена соціальним тиском, оскільки надмірна вибірковість або зволікання із заміжжям осуджувалися.

Паремії про жіночу долю виявляють сильний нормативний тиск громади. Напр.: *Треба дівці халата, бо ніхто її не свата* [2, с. 157] ; *Кому що, а дівці парубок* [2, с. 156]; *Тая дівка хорошая, яка заміж іде* [2, с. 172],; формують модель, у якій жіноча цінність безпосередньо пов'язується зі шлюбом. Лексеми «*треба*», «*хорошая*», «*журиться*» виражають не просто побутову настанову, а моральний імператив. Шлюб постає як обов'язкова умова повноцінної соціальної реалізації жінки.

Особливо показовими є прислів'я, що засуджують жіночу «*перебірливість*». Напр.: ***Не перебирай**, дівчино, абись не перебрала, щоб за чоловіка горобця не дістала …*[2, с. 156]. Тут через наказовий спосіб , «*не перебирай*» та причинно-наслідкову структуру вислову формується модель соціального страху перед самотністю. Паремійна семантика таких висловів спрямована на дисциплінування жіночої поведінки через сором, страх осуду та загрозу втрати шлюбного шансу.

Не біда, що рано родила, а біда, що пізно повінчалась[2, с. 168]; *Як люлька не куриться, то дівчина журиться* [3, с. 54]; *Досиділась дівка, що на спідниці дівка»* [2, с. 55]; *Дівка, що з старостів сміється, часто на кутні плаче* [2, с. 155]; *Тая дівка хорошая, яка заміж іде»* [2, с. 172]; *Трудно дівку силувати заміж, як парубок не бере* [3, с. 172], *Дівувала – всіх цуралась, доки сама не зосталась* [3, с. 55]. Так, прислів'я: *Стерпиться – злюбиться»* [2, с. 163] є концентрованим вираженням патріархальної етики шлюбу, де почуття не є первинною умовою союзу. Семантично тут нормалізується примусове або небажане подружжя, а терпіння подається як чеснота. Це засвідчує домінування колективної доцільності над індивідуальним емоційним вибором. Надзвичайно суворим був мовний контроль над жіночою сексуальною репутацією. Вислів *А дівчина тому винна: цілувати не повинна* [3, с. 53]. репрезентує механізм моральної відповідальності, повністю покладеної на жінку. Категоричність модального присудка «*не повинна*» вказує на жорстку заборонну норму. У мовній свідомості громади до-

шлюбна втрата цноти трактувалася як порушення морального порядку, що тягло за собою зміну соціального статусу – «покритка» – і публічну стигматизацію. Напр.: *Непокрита дівоча голова, як хата без даху* [1, с. 80];

На противагу цьому, чоловічий шлюбний статус у прислів'ях регламентується менш суворо. Хоча паремії, напр.: *Багато будеш вибирати*…, *старого і чорт не оженить*» також містять осуд зволікання, чоловік оцінюється передусім через соціально-економічну спроможність. Напр.: *Нащо тобі й жінку брати, як нема своєї хати*. Загалом тут шлюбна готовність чоловіка пов'язується не з моральною чистотою, а з матеріальною незалежністю.

Отже, у мовній картині світу закріплюється гендерна асиметрія: жінка оцінюється через репутацію та шлюбний статус, чоловік – через здатність забезпечити родину. На перший погляд може здаватися, що хлопець, який *«звів»* дівчину, не зазнавав покарання. Напр.: *На* ***козаку*** *нема знаку, а дівка обдуває, як сама те знає* [3, с. 53]. Тут метафорично передано відсутність зовнішніх ознак провини чи наслідків у чоловіка, це натяк на сором, приховування вагітності або внутрішнього переживання провини. Протиставлення легковажності хлопця та тривожність дівчини спостерігаємо у побудова двочленних конструкцій із протиставленням. Напр.: *У* ***парубка*** *одна гадка, а у дівки десять* [3, с. 53]; *На козаку нема знаку, а на дівчині дві причини»* [2, с. 154]. Лексеми ***козак, парубок*** мають позитивно марковану конотацію: молодість, сила, свобода, а ***дівка, дівчина*** вжито в соціально-контрольованому контексті, де жіноча поведінка оцінюється суворіше, антитеза: *козак – дівка*, *одна гадка – десять*. Гіпербола: *«десять»* засвідчує перебільшення тривог дівчини. Підсилюється мотив подвійного тягаря: морального осуду й можливих фізичних наслідків. Усі вислови об'єднані спільною семою: нерівномірний розподіл суспільної відповідальності між статями. Репрезентовано традиційну гендерну асиметрію відповідальності за дошлюбні стосунки: соціальний осуд спрямовано переважно на дівчину, тоді як хлопець у народній свідомості часто постає як такий, що уникає видимих наслідків.

Подані прислів'я вербалізують традиційний народний погляд на дошлюбні стосунки, у якому відповідальність за наслідки здебільшого покладалася на жінку. На мовному рівні це досягається через антитезу, метафору, гіперболу та оцінно забарвлену лексику, що формує образ соціальної несправедливості й гендерної нерівності.

Українські прислів'я є цінним матеріалом для аналізу лінгвістичного гендерного аспекту, оскільки вони не лише відображають побутові уявлення про шлюб, а й фіксують мовні механізми конструювання маскулінності та фемінності в традиційній культурі.

На рівні мовної семантики паремії репрезентують чітко розмежовані соціальні ролі чоловіка і жінки: чоловік постає як суб'єкт вибору, дії, матеріального забезпечення та сексуальної спроможності, тоді як жінка – як об'єкт оцінювання, контролю та морального нагляду. Наприклад: *Сина жени, коли хочеш, дочку віддай, коли можеш* [2, с. 169]. Фіксуємо асиметрію гендерних очікувань, яка закладена вже на синтаксичному рівні. Дієслівні форми «*жени*» та «*віддай*» маркують різний ступінь агентності: ***син*** осмислюється як той, чий шлюб є ба-

жаним і відносно вільним рішенням родини, тоді як ***донька*** подається як об'єкт передачі. Лексема «*можеш*» актуалізує матеріальний чинник, що особливо стосувався жінки як учасниці шлюбного обміну. Мова цього прислів'я відтворює патріархальну модель, у якій жіноча доля залежить від економічних ресурсів родини.

У прислів'я про чоловіче одруження, наприклад: *Нащо тобі й жінку брати, як нема своєї хати* [2, с.168]; *Багато будеш вибирати, зостанешся зовсім нежонатим* [2, с.169] домінує лексико-семантичне поле відповідальності, господарності та соціальної зрілості. Чоловіча роль концептуалізується через здатність забезпечити житло, створити господарство, виявити рішучість. Простежуємо наказовий тон, іронію, застереження, які формують модель нормативної маскулінності, де шлюб виступає показником соціальної повноцінності чоловіка.

Водночас, прислів'я : *Молодого тато й мама женять, старшого – люди, а старого і чорт не оженить* [2, с.169] демонструє механізм суспільного контролю над чоловічою поведінкою: через градацію віку та саркастичну розв'язку підкреслюється осуд порушення шлюбного «*часового стандарту*». Особливо виразно гендерна асиметрія простежується у пареміях, пов'язаних із дошлюбною мораллю та обрядом комори. Вислів *Честь дівоче щастя береже* [1, с. 93] вербалізує традиційний зв'язок між жіночою цнотливістю та соціальною цінністю. Лексема «*честь*» у цьому контексті функціонує як ключовий гендерно маркований концепт: вона стає не внутрішньою моральною категорією, а соціальним індикатором жіночої «придатності» до шлюбу. Таким чином, мовна картина світу закріплює уявлення про жіноче тіло як простір колективного контролю. Натомість щодо чоловіка мовна традиція акцентує не моральну чистоту, а фізичну та сексуальну спроможність. Евфемістичний вислів «*добути калину*» слугує прикладом символічної номінації чоловічої сексуальної успішності. Сам образ калини, традиційно пов'язаний із дівочою честю, у цьому випадку стає знаком чоловічого «*досягнення*», що ще раз підкреслює нерівність гендерних ролей у шлюбному дискурсі.

Цікаво, що мовна практика передбачає й санкції щодо чоловіка у разі невідповідності очікуванням: через осуд, глузування чи покарання громада контролювала не лише жіночу, а й чоловічу поведінку, але за різними критеріями. Прислів'я *Любощі та вечорниці доводять і до шибениц*і [1, с.107]. репрезентує ще один важливий лінгвогендерний механізм – моралізаторське узагальнення. Через гіперболізовану образність і загрозливу тональність вислів виконує превентивну функцію: дисциплінує молодь, насамперед дівчат, щодо сексуальної поведінки. На прагматичному рівні такі паремії виступають інструментом трансляції соціальних заборон і норм.

Отже, лінгвістичний аналіз українських прислів'їв засвідчує, що паремійний фонд є засобом закріплення гендерних стереотипів у народній свідомості. Через лексику, метафорику, синтаксичні конструкції, оцінну модальність та прагматичні настанови прислів'я формують нормативні моделі маскулінної й фемінної поведінки. Вони не лише відображають суспільні уявлення про чоло-

віка і жінку, а й активно беруть участь у відтворенні гендерної ієрархії в традиційному українському соціумі**.**

Перелік посилань

1. Ігнатенко І.В. Жіноче тіло у традиційній культурі українців. Харків : Клуб сімейного дозвілля, 2016. 222 с.
2. Мишанич С.В, Пазяк М.М. Українські прислів'я та приказки. Народна творчість. Київ: Видавництво художньої літератури «Дніпро», 1984. 391 с.
3. Северинюк В.М. Тематичний словник популярних українських прислів'їв та приказок з коментарями. Тернопіль : Навчальна книга. Вид. 3-тє, 2014. 176 с.
4. Северинюк В.М. Тематичний словник популярних українських прислів'їв та приказок з коментарями. Тернопіль : Навчальна книга. Вид. 3-тє, 2014. 176 с.
5. Ігнатенко І.В. Жіноче тіло у традиційній культурі українців. Харків : Клуб сімейного дозвілля, 2016. 222 с.
6. Мишанич С.В, Пазяк М.М. Українські прислів'я та приказки. Народна творчість. Київ: Видавництво художньої літератури «Дніпро», 1984. 391 с.

СЕКСИЗМ У РЕКЛАМНОМУ ДИСКУРСІ: ЛІНГВІСТИЧНИЙ АНАЛІЗ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Тахтарова Марія Олександрівна, група 035-22-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Сучасний рекламний дискурс є не лише інструментом продажу товарів, а й потужним засобом формування соціальних норм та ідентичностей. Попри глобальні тенденції до гендерної рівності, у рекламних повідомленнях продовжують відтворюватися сексистські моделі комунікації. Основна проблема полягає у суперечності між динамічними змінами в суспільстві та консервативністю мовних засобів, що використовуються в рекламі. Сексизм у цьому контексті часто стає прихованим («латентним»). Він проявляється на рівні маніпулятивних лінгвістичних стратегій, конотацій та гри слів. Це створює потребу в глибокому лінгвістичному аналізі, щоб виявити, як саме мова закріплює стереотипи, об'єктивує особистість та впливає на підсвідомість споживача.

Актуальність теми зумовлена стрімкою трансформацією рекламного дискурсу, де сексизм дедалі частіше набуває латентних, завуальованих форм, інтегруючись у мовну тканину через іронію, гру слів та приховані конотації. У контексті посилення законодавчих вимог щодо недопущення дискримінації та зростання соціального запиту на гендерну чутливість, виникає гостра потреба у розробці чіткого лінгвістичного інструментарію для виявлення маніпулятивних стратегій. Науковий аналіз мовних засобів об'єктивації та стереотипізації є необхідним не лише для розвитку критичного мислення споживачів, а й для формування етичних стандартів сучасної професійної комунікації, що безпосередньо впливає на репутаційну стабільність брендів у глобалізованому світі.

Робота спрямована на комплексне дослідження механізмів сексуалізації в українському рекламному просторі. Основна увага приділяється деконструкції сексистських меседжів та визначенню їхньої ролі у закріпленні гендерної ієрархії, трансформації жіночої самопрезентації та формуванні суспільних упереджень щодо жінок.

У сучасному рекламному просторі сексизм рідко постає у чистому вигляді – він адаптується та мімікрує під різні формати, щоразу по-різному впливає на аудиторію. Проте результат завжди схожий: реклама тиражує «криві» стереотипи про жінок, чоловіків чи представників ЛГБТ-спільноти. Це не просто картинки, це інструменти, які знецінюють особистість, зводячи людину до набору кліше, і тим самим конструюють нові, зазвичай, непомітні на перший погляд, рівні гендерної нерівності. В основі цього явища спостерігаємо дискримінацію, коли людину оцінюють виключно через призму її статі чи гендеру, ігноруючи її реальні вчинки, таланти та професіоналізм [2].

Реклама – це не просто картинки з товарами, це потужний інструмент, який буквально «прошиває» наші уявлення про те, як мають поводитися чоловіки та жінки [4]. Через неї бренди транслюють нам певні цінності, які ми з часом починаємо сприймати як частину своєї культури та свідомості. Найскладніше тут те, що цим образам непросто протистояти, оскільки спостерігаємо їх

всюди з самого дитинства. Вони підсвідомо формують наші очікування від реальних людей. У сексистській рекламі все працює дуже тонко: зазвичай, не лексичні одиниці, а саме візуальні маркери – випадковий жест, поза чи погляд – розповідають нам набагато більше. Ці деталі допомагають споживачеві самостійно «добудувати» стереотипний сюжет у голові, роблячи маніпуляцію завершеною.

Образ жінки-господині. Серед українських рекламних кампаній прослідковуємо нав'язування однакових моделей поведінки в конкретних сферах. До прикладу, у сегменті реклами товарів для дому – побутова хімія, кухонне приладдя, текстиль – найчастіше експлуатується архаїчний стереотип «*жінки-господині*» або «*невтомної берегині*». Лінгвістичний та семіотичний аналіз таких матеріалів демонструє, що жінка в цьому дискурсі наділяється обмеженим набором соціальних ролей: її успіх вимірюється чистотою підлоги, білизною сорочок чоловіка або відсутністю жиру на пательні. Яскравим прикладом є багаторічна стратегія брендів побутової хімії в Україні, як-от *Gala чи Fairy*, де в центрі сюжету незмінно перебуває жінка, найчастіше в образі «експертної» мами чи сусідки, чиє головне життєве завдання – боротьба з брудом. Зокрема, кейс бренду «*Туалетне каченя*» або реклама пральних порошків Tide, де за допомогою імперативів: «*вибирай*», «*дбай*», «*спробуй*» та емоційно забарвлених епітетів жінці нав'язується повна відповідальність за побутовий комфорт усієї родини. Чоловік у таких сюжетах або повністю відсутній, або постає у ролі «*безпорадного статиста*», що лише поглиблює гендерний розрив. Навіть у сучасних кампаніях, як-от: реклама техніки від «*Фокстрот*» чи «Comfy», де жінка обирає пилотяг чи мультиварку, акцент часто зміщується з функціональності приладу на «*полегшення жіночої долі*», що підсвідомо маркує домашню працю як виключно жіночу прерогативу. Таке тиражування образу «*щасливої прибиральниці*» не лише звужує особистість жінки до її побутових функцій, а й закріплює у суспільній свідомості нерівний розподіл домашніх обов'язків як природну норму.

Сексуальна об'єктивізація жінок. Існують різноманітні механізми висвітлення сексизму: шляхом стереотипних зображень жінок, об'єктивації, принизливих та образливих зображень стосовно протилежної статі [3]. Сексуальну об'єктивацію жінок у рекламі часто намагаються виправдати суто комерційною прагматикою: вважається, що використання сексуальних тригерів гарантує миттєву увагу аудиторії та стимулює продажі, апелюючи до базових інстинктів. Однак такий підхід ставить гостре питання про межі дозволеного. Коли рекламна комунікація переходить від естетизації до відвертої експлуатації тіла, вона неминуче трансформується у деструктивний контент. Використання елементів агресії, візуальних натяків на насилля або порнографічного підтексту не лише руйнує етичне підґрунтя медійного простору, а й легітимізує спотворене сприйняття особистості як об'єкта споживання. З погляду лінгвопрагматики, такий рекламний дискурс формує агресивне комунікативне середовище, де етичні та моральні норми свідомо ігноруються заради короткочасного охоплення, що в довгостроковій перспективі девальвує цінності самого бренду та шкодить культурі суспільства загалом.

Сексуалізація жінки в сучасному рекламному дискурсі України є однією з найбільш агресивних форм об'єктивації, де людська особистість редукується до рівня сексуального стимулу. У таких повідомленнях жіноче тіло або його окремі частини функціонує як візуальна приманка, що не має жодного логічного чи функціонального зв'язку із самим товаром. Такий прийом, зазвичай, реалізується через інсинуацію – натяк та двозначність, де вербальний складник навмисно залишає простір для еротичних асоціацій. Показовим кейсом є рекламна кампанія «*Київперепічки*», яка побудована на візуальному та текстовому порівнянні фаст-фуду з оголеною жіночою натурою, що дегуманізує жінку, прирівнюючи її до об'єкта споживання. Не менш резонансним є приклад мережі «*Цитрус*», де слогани на кшталт «*Взяла в кредит, а не те, що ти подумав*» експлуатують приховані пресупозиції, натякаючи на сексуальну доступність як спосіб отримання матеріальних благ. Також варто згадати регіональні кейси будівельних компаній, як-от «Полтавтрансбуд», де гра слів «*У нас маленькі... ціни*» у поєднанні з акцентом на зоні декольте моделі демонструє маніпулятивне використання сексуальності для привернення уваги до технічних товарів. Таке домінування сексуалізованих образів у медіапросторі не лише порушує етичні норми, а й формує хибну суспільну установку, згідно з якою жіноча суб'єктність є другорядною порівняно з її зовнішньою привабливістю.

Важливим підтвердженням негативного впливу сексизму на рекламний ринок стали результати дослідження Фонду ім. Фрідріха Еберта, презентовані у вересні 2021 року [5]. Згідно з отриманими даними, українське суспільство демонструє високий рівень критичності до об'єктивації: більшість респондентів ідентифікують сексистську рекламу як «вульгарну» та таку, що прямо принижує людську гідність. Зокрема, чітко виражене негативне ставлення до нав'язаних гендерних кліше висловили 70% жінок та 50% чоловіків. Дослідження спростовує міф про комерційну ефективність провокаційного контенту: респонденти зазначили, що сексистські образи не сприяють впізнаваності, а навпаки – розпорошують увагу, відволікаючи від самого бренду [6]. Натомість вживання етичних, недискримінаційних підходів репрезентують значно вищу комунікативну ефективність, оскільки назва торгової марки в цьому випадку запам'ятовується втричі краще. Отже, перехід до гендерно чутливої реклами є не лише питанням етики, а й стратегічною потребою для підвищення маркетингових показників.

Законодавче регулювання та дефініція понять. Вагомим кроком у системній протидії гендерним стереотипам стало прийняття Верховною Радою України 10 вересня 2021 року Закону «Про внесення змін до Закону України «Про рекламу» щодо протидії дискримінації за ознакою статті». Цей нормативно-правовий акт офіційно закріпив термінологічний апарат, зокрема дефініції «дискримінаційна реклама» та «дискримінаційна реклама за ознакою статті», що дозволило перевести боротьбу із сексизмом у правову площину. Відповідно до оновленого законодавства, встановлено сувору заборону на трансляцію ідей про інтелектуальну чи фізичну перевагу однієї статі над іншою, а також на тиражування архаїчних моделей поведінки, що обмежують роль чоловіка чи жінки певними стереотипними рамками. Окрему увагу приділено етичним нормам:

закон забороняє демонстрацію насильства та використання сексуалізованого підтексту – прямих натяків на секс – якщо він не є функціонально виправданим і не стосується безпосередньо характеристик рекламованого продукту [1].

Отже, сексизм в українській рекламі слугує деструктивним інструментом, який через механізми об'єктивації та сексуалізації транслює викривлені гендерні ролі та принижує людську гідність. Вживання маніпулятивних лінгвістичних засобів, зокрема пресупозицій та сексуальних метафор, дозволяє брендам нормалізувати нерівність, проте результати соціологічних опитувань та оновлене законодавство 2021 року свідчать про виразний запит суспільства на етичну комунікацію. З'ясовано, що дискримінаційний контент не лише шкодить соціальному статусу жінки, а й є комерційно недоцільним, оскільки втричі погіршує запам'ятовуваність бренду порівняно з недискримінаційними альтернативами. Таким чином, подолання сексизму в медіапросторі є необхідною умовою для формування прогресивного суспільства та професійного розвитку рекламного ринку України.

Перелік посилань

1.Інформаційне управління Апарату Верховної Ради України. Прийнято Закон «Про внесення змін до Закону України «Про рекламу» щодо протидії дискримінації за ознакою статті» [Електронний ресурс]. Інформаційне управління Апарату Верховної Ради України. 2021. https://www.rada.gov.ua/news/Povidomlennya/204339.html .

2. Кісь О. Сексизм у ЗМІ. Збірник наукових праць Донецького державного університету управління. Том 8. Серія "Спеціальні та галузеві соціології". Випуск 3 (80).Донецьк: Вебер, 2007.С. 221-241.

3. Нельсон М., Паек Г. Кроскультурні відмінності у змісті сексуальної реклами в транснаціональному жіночому журналі. Sex Roles. 2005. Vol. 53, № 5-6. С.371-383.

4. Ладика І. Сексизм у мережевій рекламі: як виявити і як боротися? URL: https://www.mediakrytyka.info/za-scho-krytykuyutmedia/erotyka-ta-pornografia/seksyzm-u-merezheviy-reklami-yak-vyyavyty-i-yakborotysya.html (дата звернення: 10.04.2026)

5. Дослідження ставлення населення України до дискримінаційної за ознакою статі реклами». 8 вересня 2021. https://sk.ua/uk/analitichnij-zvit-doslidzhennja-stavlennja-naselennja-ukraini-do-diskriminacijnoi-za-oznakoju-stati-reklami/

6. Рекламна революція: тепер сексизму не місце на бордах та у роликах [Електронний ресурс]. 1 жовтня 2021. https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3325358-reklamna-revolucia-teper-seksizmu-ne-misce-na-bordah-i-v-rolikah.html

ФЕМІНІТИВИ В СУЧАСНОМУ ПРОСТОРІ: ПОГЛЯД МОЛОДІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Тіханіна Марія Сергіївна, група 035-22-1
***Науковий керівник*: к.ф.н, доц. Ігнатьєва С.Є.**

Українська мова переживає період активного реформування та свідомого відновлення, що безпосередньо позначається на її лексичному складі та словотвірних процесах. Одним із найбільш дискутованих явищ у цьому контексті стали фемінітиви: «слова жіночого роду, альтернативні або парні аналогічним поняттям чоловічого роду (які зазвичай використовуються до всіх людей незалежно від їхньої статі): *льотчик – льотчиця, письменник – письменниця, професор – професорка*» [8]. Питання їх уживання давно вийшло за межі суто лінгвістичного й набуло суспільного, культурного та гендерного виміру: частина мовців розглядає фемінітиви як інструмент мовної рівності та видимості жінки в публічному просторі, тоді як інші сприймають їх як штучне явище, що суперечить усталеній нормі.

Тема фемінітивів є особливо актуальною сьогодні з кількох причин. *По-перше*, після повномасштабного вторгнення 2022 року в українському суспільстві значно посилилася тенденція до деросіянізації мови та свідомого розширення питомої лексики, до якої належать і фемінітиви. *По-друге*, у 2021 році в Україні набрав чинності оновлений «Український правопис», що закріпив низку фемінітивних форм на нормативному рівні, однак питання їх реального вживання залишається відкритим. *По-третє*, саме молодь як найактивніший користувач медіапростору та соціальних мереж формує нові мовні тенденції, тому дослідження її ставлення до фемінітивів є особливо показовим.

У сучасній українській лінгвістиці питання термінологічного позначення іменників на означення осіб жіночої статі залишається дискусійним. Одні науковці послуговуються формою *фемінатив* (А. М. Архангельська, З. О. Валюх, А. П. Загнітко, О. О. Тараненко, М. Ю. Федурко), інші надають перевагу варіанту *фемінітив* (М. П. Брус, Л. М. Марчук, А. М. Нелюба, О. Д. Пономарів та ін.). Попри активне функціонування обох форм у наукових текстах, жодна з них досі не отримала словникової фіксації. Це красномовно свідчить про те, що явище перебуває в процесі термінологічного становлення, а мовна практика випереджає наукову кодифікацію.

Ретроспективний погляд засвідчує відсутність єдиного усталеного терміна: дослідники зверталися до різноманітних описових конструкцій, зокрема, «найменування жінок», «назви істот жіночого роду» (І.І Ковалик), «моція» (Н. Ф.Клименко). М. П. Брус слушно констатує, що «багатослівні вирази не сприяли чіткому ідентифікуванню таких слів, наслідком чого стало формування й поширення нових термінологічних понять» [9]. Поява лаконічного терміна *фемінітив* стала природною відповіддю на потребу в точному й зручному науковому інструментарії. Змістове наповнення терміна не викликає суперечностей серед дослідників. Кузьменко Ю.І. пропонує таке

визначення: «Фемінітиви – назви на позначення жінок за професією (*вчитель – вчителька*), видом діяльності (*студент – студентка*), соціальним статусом, релігією (*католик – католичка*), переконаннями (*соціаліст – соціалістка*), місцем проживання (*киянин – киянка*), рисами та властивостями (*розумник – розумниця, пліткар – пліткарка*) та ін.»

Марія Брус наголошує, що якісно нові тенденції в цій сфері окреслилися на початку XXI століття, тимчасом як базовий словотвірний механізм – суфіксація від основ маскулінітивів – залишається незмінним упродовж століть. Окрему групу становлять слова, що виникли ще в дописемну добу й від початку позначали виключно жінок: *берегиня, породілля, невістка, вдова, мати, баба, діва* тощо. Показово, що мова знає й зворотні випадки: слово *доярка* з'явилося раніше за *дояра* – чоловічий відповідник виник лише після механізації цієї праці [1]. Не менш промовистим є приклад зі словом *медбрат*: попри поширення в розмовному вжитку, офіційна документація досі оперує формою *медсестра*.

Фемінітиви в медіатекстах і коментарях користувачів. Для з’ясування реального стану вживання фемінітивів було проаналізовано матеріали BBC News Україна, «Суспільне» та «Українська правда», а також коментарі користувачів у соціальних мережах. Такий підхід дає змогу розглянути явище одночасно в двох площинах: з боку редакційної практики та з боку стихійного живого мовлення. Аналіз медіатекстів засвідчує, що фемінітиви є усталеною нормою в досліджуваних виданнях і вживаються природно, без додаткових пояснень чи застережень. Зафіксовано широкий спектр таких форм: *волонтерка*, напр.: *Фото опублікувала* ***волонтерка*** *Ксенія Архіпова, яка допомагає людям виїжджати з окупованого лівобережжя Херсонщини* [10]; *науковиця,* напр.: *Ядерна* ***науковиця*** *Катерина Дадачова з Медичного коледжу імені Альберта Ейнштейна довела, що ріст грибів Чорнобиля справді збільшується у присутності випромінювання* [11]; *редакторка*, напр.: ***Редакторка*** *видання Movie Marker Рена Азім заявила, що вона «в команді Тімоті»* [12]; ***командирка*****,** напр.: ***Засновниця*** *та* ***командирка*** *медичного батальйону «Госпітальєри» Яна Зінкевич заявила, що діяльність підрозділу намагаються дискредитувати* [19]; *історикиня,* напр.: ***Історикиня*** *Аруніма Датта зазначає, що люди стояли біля вікна, поки не отримували відповіді* [13]; *викладачка*, напр.: *Американська викладачка Гей Мастерс побачила фотографію дитини та вирішила її всиновити* [7]; *спортсменка,* напр.: ***Спортсменка*** *неодноразово говорила, що відчуває глибокий емоційний зв'язок з Україною* [7]; *співачка*, напр.: *Будинок належить* ***співачці*** *Тетяні Недельській-Табачнік, дружині покійного акордеоніста та екснардепа Яна Табачника* [18].

Показово, що більшість зафіксованих фемінітивів належить до стилістично нейтральних форм, які не сприймаються як мовна інновація. Водночас такі форми, як *науковиця* та *історикиня*, утворені за допомогою суфікса *-иня-*, є відносно новими й можуть викликати неоднозначну реакцію. Це свідчить про те, що медіапростір не лише відображає наявний стан мови, а й активно формує нові норми вживання, поступово легітимізуючи форми, які ще недавно здавалися незвичними.

Якщо редакційна практика провідних видань демонструє послідовне використання фемінітивів, то реакція аудиторії є значно неоднорідною. Прихильники наголошують на їхній функціональній цінності: «Фемінітиви відразу дають змогу зрозуміти, що мають на увазі жінку, а це важливо. Це підкреслює, що в нашому суспільстві є не тільки чоловіки, а й жінки» [2]. Окремо порушується питання статусу: «Це не помилка називати жінку філологом. Фемінітиви підкреслюють стать, але не зменшують статус особи. Наприклад, чоловік – це людина, не люд» [3]. Противники ж апелюють переважно до естетичного сприйняття та відчуття штучності: «Фемінітиви звучать огидно, я б не хотіла бути *"логопедка"* чи *"логопединя"*» [3], «Понапридумували фемінітивів, а людям тепер голову ламати» [4]. Водночас частина користувачів займає поміркованішу позицію: «Чому до фемінітивів так негативно ставляться? Наша мова гнучка, постійно змінюється» [4].

Окремої уваги заслуговує позиція мовознавиці Ірини Фаріон, яка зазначає, що не приймає та не розуміє деяких фемінітивів, оскільки вважає їх штучно впровадженими в правопис [5], наголошуючи також, що суфікси *-к-* та *-иц-* не варто механічно застосовувати до всіх іменників чоловічого роду. Ця позиція є показовою: навіть серед фахівців немає одностайності щодо меж нормативного словотворення.

Таким чином, аналіз медіатекстів і коментарів засвідчує суттєву розбіжність між редакційною практикою та суспільним сприйняттям фемінітивів. Якщо провідні українські медіа вже фактично закріпили ці форми як норму, то у свідомості частини мовців вони досі викликають спротив — естетичний, психологічний або ідеологічний.

Проведене дослідження дозволяє стверджувати, що фемінітиви є повноцінним і активно функціонуючим елементом сучасного українського медіадискурсу. Аналіз текстів BBC News Україна, «Суспільного» та «Української правди» засвідчив, що провідні медіа вживають фемінітиви послідовно й без застережень, фактично закріплюючи їх як редакційну норму. Результати анкетування підтвердили, що переважна більшість молодіжної аудиторії ставиться до фемінітивів позитивно та активно послуговується ними в повсякденному мовленні. Водночас дослідження виявило й певну суперечність: попри загальну підтримку явища, у конкретних лексичних парах респонденти нерідко надають перевагу традиційній формі чоловічого роду, що свідчить про нерівномірність засвоєння фемінітивів у різних тематичних групах. Аналіз коментарів у соціальних мережах підтвердив поляризацію суспільних настроїв: поряд із прихильниками, які наголошують на функціональній та символічній цінності фемінітивів, існує частина мовців, яка сприймає їх як естетично чужорідне або штучно насаджене явище. Усе це свідчить про те, що фемінітиви перебувають у стані активного входження до мовної норми – процесі, який ще не завершений, але має виразну позитивну динаміку.

Перелік посилань

1. Брус М. П. Фемінітиви в українській мові: генеза, еволюція, функціонування : монографія. Івано-Франківськ : ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2019. 440 с.
2. Відеоматеріал на платформі TikTok [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vt.tiktok.com/ZSuSuLwKu
3. Відеоматеріал на платформі TikTok [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vt.tiktok.com/ZSuSusp7Y
4. Відеоматеріал на платформі TikTok [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vt.tiktok.com/ZSuSuWnUP
5. Відео на платформі YouTube [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=TRxqiSGeL2E
6. Ворчакова І. Є. Вживання фемінітивів у сучасному науковому політологічному дискурсі: психолінгвістичний вимір. Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2022. С. 45–52.
7. Історія героїчної Оксани Мастерс: рекорди та тріумфи спортсменки [Електронний ресурс] Champion. – Режим доступу: https://champion.com.ua/ukr/olimpiyski-igri/zimovi-olimpiyski-igri-2026/chornobil-dityachi-budinki-v-ukrajini-rekordi-ta-triumfi-istoriya-gerojichnoji-oksani-masters-1066580/
8. Кузьменко Ю. І. Які перспективи мають фемінітиви в сучасній українській мові? // Мовні і концептуальні картини світу. 2018. URL: http://mova.knu.ua/wp-content/uploads/2019/11/18.pdf
9. Марчук Л. М. Лінгвокультурологічний аспект оцінної характеристики фемінітивів у мові ЗМІ. Філологічні студії. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2021. С. 67–74.
10. Матеріал BBC News Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bbc.com/ukrainian/articles/c62d63vepwlo
11. Матеріал BBC News Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bbc.com/ukrainian/articles/cpq4l28w2dlo
12. Матеріал BBC News Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bbc.com/ukrainian/articles/c89k22wgd1wo
13. Матеріал BBC News Україна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bbc.com/ukrainian/articles/c0rjyqlxrr5o
14. НБУ вимагає пояснень від monobank щодо публікації фото клієнтки Гороховським [Електронний ресурс] // Економічна правда. – Режим доступу: https://epravda.com.ua/finances/nbu-vimagaye-poyasnen-vid-monobank-shchodo-publikaciji-foto-kliyentki-gorohovskim-819073/
15. Плачинда Г. Словничок фемінітивів для прес-офіцерів та прес-офіцерок територіальних управлінь Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Київ, 2018.16с.
16. Сабадир Г. Структура фемінітивів сучасної української мови. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського.

Серія: Філологія. Журналістика. 2023. Т. 34 (73). № 6. С. 12–18. DOI: https://doi.org/10.32782/2710-4656/2023.6/02

17. Собецька Н. В. Вживання фемінітивів як прояв ґендерної культури. *Науковий вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2020. № 3. С. 88–95.

18. 15 мільйонів доларів за будинок: хто продає найдорожчу елітну нерухомість України під час війни [Електронний ресурс] // Суспільне. – Режим доступу: https://suspilne.media/1211872-15-miljoniv-dolariv-za-budinok-hto-prodae-najdorozcu-elitnu-neruhomist-ukraini-pid-cas-vijni/

19. Яна Зінкевич відповіла на слова Чмута про «Госпітальєрів» [Електронний ресурс] Українська правда. Життя. – Режим доступу: https://life.pravda.com.ua/society/yana-zinkevich-vidpovila-na-slova-chmuta-pro-gospitalyeriv-313765/

МОЛОДІЖНИЙ СЛЕНГ ЯК СФЕРА ВИКОРИСТАННЯ АНГЛІЗМІВ

Черкаський гуманітарно-правовий ліцей Черкаської міської ради Черкаської області

Франт Владислав Дмитрович
***Науковий керівник*: учитель української мови і літератури, учитель-методист Соломаха Ніна Іванівна**

Англомовні запозичення посідають важливе місце в сучасному мовному просторі, зокрема в молодіжному сленгу, який є динамічним відображенням суспільних змін і культурних впливів. Зростання популярності англійської мови як міжнародного засобу комунікації, вплив глобалізації і розвиток цифрових технологій та соціальних медіа сприяють активному проникненню англізмів у мовлення молоді.

У контексті аналізованої проблеми вагомими є дослідження, що окреслюють такі аспекти: мовні зміни в епоху глобалізації (Б. Ажнюк), динаміка лексичної системи (Н. Клименко, Є. Карпіловська, Л. Кислюк; Л. Павлюк), поява нових іншомовних слів (О. Стишов), тенденції стабілізації неолексем (А. Таран), адаптація іншомовних запозичень (Д. Мазурик), особливості англізмів та їхній вплив на українську мову (Л. Архипенко; Г. Гудима, Ю. Слодиницька; Т. Майструк; К. Павлеків), соціокультурна природа сленгу (Ю. Ковальчук), особливості молодіжного сленгу (Є. Берегівська; А. Мяснікова; І. Ярошевич), англійськомовні запозичення в його складі (О. Грачова; О. Дмитренко, С. Кохан; Є. Кортяк; Т. Лелека; О. Медвідь, О. Андріяш; У. Подоляк, Р. Зубрицький), соціолект підлітків як субкультура (Р. Боднар), комунікативно-прагматичний аспект використання англізмів молоддю (Н. Дика, О. Глазова; О. Тищенко) та ін.

Аналіз сучасних джерел засвідчує, що вивчення англомовних запозичень у молодіжному сленгу є актуальною темою, яка потребує подальшого дослідження в контексті змін у суспільстві та з огляду на комунікативні практики молоді.

Мета дослідження – проаналізувати англомовні запозичення в молодіжному сленгу на матеріалі «Словника новітніх англізмів», схарактеризувати вплив англійської мови на формування нових сленгізмів.

Молодіжний сленг розвивається переважно в контексті молодіжних спільнот, серед яких найвпливовішими є соціальні мережі, кіно- та телевізійні шоу, музика, вулична культура, відеоігри тощо. З одного боку, він створює відчуття спільноти, згуртованості, а з іншого, – може слугувати бар'єром між поколіннями та соціальними групами.

В Україні молодіжний сленг розвивається в особливому контексті, враховуючи мовну ситуацію та соціокультурні реалії. Процеси запозичення відбуваються постійно, віддзеркалюючи нові реалії нашого життя і даючи їм нові найменування. Водночас молодіжний сленг є відкритою системою, що постійно поповнюється новими словами, які відтворюють зміни в нашому житті. Він дає молоді змогу виражати себе медійно, креативно й активно, слугує своєрідним механізмом адаптації до культури, технологій і соціальних змін, а також є мар-

кером мовної еволюції. Своєрідність і гнучкість сленгу створюють умови для формування нових мовних стилів, які можуть підвищити рівень комунікації та відчуття спільноти.

Основні характеристики молодіжного сленгу описані в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика молодіжного сленгу

Аспект	Опис
Креативність	Молодь постійно вигадує нові слова й фрази, що відображають їхнє прагнення до індивідуальності та самовираження. Використання метафор, алегорій і неологізмів свідчить про їхню творчу природу.
Швидкість змін	Молодіжний сленг зазвичай швидко змінюється. Слова, які були актуальні рік тому, можуть вийти з ужитку. Це відбувається завдяки впливу медіа, нових технологій і сучасної культури.
Герметичність	Незважаючи на популярність уживаних молоддю лексем, не всі представники старшого покоління можуть зрозуміти їх. Це часто стимулює ізоляцію різних вікових груп або їхнє відчуження.
Вплив англійської мови	Багато слів та фраз у молодіжному сленгу запозичені з англійської мови. Це пов'язано з глобалізацією та впливом західної культури, особливо в контексті соціальних мереж та музики.
Психологічний аспект	Сленг часто використовують для відокремлення молоді від дорослих. Це засіб самозахисту й ідентифікації, завдяки якому молоді люди можуть спілкуватися між собою, не боячись, що їх зрозуміють.

Молодіжний сленг не лише формує мовлення молоді, але й суттєво впливає на загальноприйняту мову. Процес, коли елементи сленгу входять до повсякденного мовлення, називають конвергенцією [1]. Це явище можна спостерігати в багатьох аспектах:

1) запозичення: багато сленгових термінів стають загальновживаними, наприклад, такі слова, як *хіт, фейк, лайк,* активно використовувані в усіх сферах, зокрема в бізнесі та політиці;

2) синтаксичні зміни: застосування сленгових конструкцій може спричинити зміни в синтаксисі, адже молодь часто спрощує речення, роблячи їх коротшими та менш формальними, що впливає на стиль спілкування;

3) відкритість до нових форм: літературна мова стає більш гнучкою та адаптивною до змін, що їх надають сленгові терміни, а це може свідчити про еволюцію мови загалом.

Англомовні запозичення посідають помітне місце в мовленні сучасної молоді, утворюючи значний пласт молодіжного сленгу. Лексико-семантичний

аналіз «Словника новітніх англізмів» [2] дав підстави виокремити основні групи сленгізмів, зокрема:

1) запозичення, пов'язані з комп'ютерними технологіями, інтернетом та соціальними мережами, напр.: *вебка*, *відос*, *ґейм-овер* (*гейм-овер*), *ґуглити* (*гуглити*), *емоджі* (*ембозі*), *забукати*, *засейвити*, *заскриншотити*, *зафрендити*, *зашазамити*, *інет*, *інстаграмити*, *кікнути*, *лагати*, *ліпсинк* (*ліпсінк*), *мем*, *нік*, *прога*, *скролити*, *тильт*, *фіксити*, *фотошопити*, *хакати*, *чатитися*;

2) англомовні запозичення, пов'язані з позначенням соціальних взаємин і суспільних ролей людини, напр.: *бос*, *бро*, *коп*, *краш*, *соулмейт*, *токсик/чка*;

3) слова, пов'язані з негативною поведінкою та взаємодією в соціальних мережах, напр.: *агритися*, *булити*, *гоустинг* (*гостінг*, *гоустинг*), *зашеймити*, *ігнор*, *спойлерити*, *тролити*;

4) стилістичні та оцінні слова, напр.: *вайб*, *гардкор* (*хардкор*), *гелсі* (*хелсі*), *ізі*, *лайтовий*, *олдовий*, *рендомний* (*рандомний*);

5) емоційні реакції, напр.: *гайп* (*хайп*), *кринж* (*криндж*), *тру*, *фейк*;

6) англізми на позначення дозвілля та відпочинку, напр.: *вікенд*, *паті*, *чил* (*чіл*), *шопінг*;

7) корисні поради та навчання, напр.: *лайфхак* (*лайфгак*), *туторіал*;

8) англізми-вигуки для вираження емоцій, напр.: *єс*, *гелп* та ін.

Проаналізовані лексико-семантичні групи англізмів у молодіжному сленгу демонструють різноманіття функцій та значень у сучасному молодіжному мовленні. Англомовні запозичення, що потрапляють до молодіжного сленгу, охоплюють різні сфери життя, включаючи інформаційні технології, емоції, соціальні явища, стиль життя та дозвілля, ігрову, комп'ютерну індустрію та оцінну термінологію. Вони не лише збагачують лексичний запас молоді, але й демонструють тенденцію до адаптації англійських слів до норм української мови.

Лексико-семантичні групи англізмів засвідчили те, як сучасна молодь інтегрує елементи глобалізованого світу в повсякденне спілкування, водночас зберігаючи творчий підхід до використання мови. Важливим аспектом є також функціювання англізмів у неформальному контексті, що дає змогу створювати нові, іноді іронічні чи гумористичні, значення.

Отже, англійські запозичення в молодіжному сленгу є важливим компонентом лінгвальної еволюції, що сприяє розвиткові мовної культури молоді та відображає процеси глобалізації і культурної взаємодії. Ці явища потребують подальшого дослідження з метою кращого розуміння їхнього впливу на мовленнєву практику та функціювання мови в освітньому процесі.

Перелік посилань

1. Ковальчук Ю. А. Сленг як соціокультурний феномен. *Науковий вісник ХДУ Серія Германістика та міжкультурна комунікація*. 2020. URL : https://doi.org/10.32999/ksu2663-3426/2020-1-32.

2. Словник новітніх англізмів / Л. Белей, А. Гончаренко, М. Ківу, І. Олександрук. 9-те вид. Київ : Наук. думка, 2022. 320 с. URL : https://drive.google.com/file/d/1EUFAKfLLF-wrhkujkHYO9waijmHFjUqi/view.

МІЛІТАРНІ НАРАТИВИ У ФІЛЬМАХ «КІБОРГИ» (2017) ТА «МИРНИЙ-21» (2023)

Дніпровський науковий українсько-американський ліцей Дніпровської міської ради

Царьова Катерина Олександрівна, учениця 10-2 класу

***Науковий керівник*: Нестеренко Н.Ю.**

Проблема мілітарного наративу в українському кінематографі лише формується як окремий напрям наукових досліджень. Увага зосереджується на питаннях героїзації, травматичного досвіду, репрезентації ворога та формування національного міфу.

Військова тематика в українському кіно посідає особливе місце, оскільки саме війна стає точкою остаточного розриву з колоніальним міфом «спільної історії» та нав'язаною імперською ідентичністю. У фільмі «Кіборги» режисера Ахтема Сеітаблаєва війна постає не лише як збройне протистояння, а як процес народження нової політичної та культурної суб'єктності. Захисники Донецького аеропорту репрезентовані не як абстрактні герої, а як носії різних соціальних ідентичностей, об'єднані усвідомленим вибором спротиву. Реалістичності фільму додали не тільки вдалі локації – зйомки картини відбувалися на знімальному майданчику в селі Крюківщина Київської області, частина матеріалу була відзнята в Чернігівській області, зокрема, на Гончарівському полігоні та на злітно-посадковій смузі запасного Чернігівського аеродрому. Важливо те, що консультації знімальній групі стрічки давали реальні українські військові. Кому, як не їм, воїнам АТО, розповісти про пекло військових дій у зоні аеропорту. Відтак, стрічку корегували і вносили правки – зокрема, епізод фільму з викраденням одним із «кіборгів» машини у «сєпаратистів» – дуже реалістичний. Тільки у фільмі це джип, а в реальності був «Урал» [1].

Арткритичний вимір стрічки полягає у відмові від радянської естетики війни, де герой знеособлений і підпорядкований державній машині. Натомість «Кіборги» акцентують на діалогах, внутрішніх конфліктах і світоглядних позиціях персонажів. Війна тут стає простором проговорення питань мови, культури, історії – тобто тих елементів, які традиційно витіснялися колоніальним дискурсом.

Основний наратив будується не лише на бойових діях, а й на глибоких дискусіях між бійцями різних поколінь (наприклад, «Серпень» та «Мажор») про те, яку країну вони захищають.

Фільм «Мирний-21» продовжує цю лінію, проте фокусується на темі внутрішнього колоніалізму та зламу ідентичності в межах інституцій. Заснований на реальних подіях фільм розповідає історію луганського прикордонного загону, бійців якого сепаратисти та російські спецслужби у червні 2014 року безрезультатно намагалися змусити зрадити свою країну [2]. Стрічка показує, як імперський вплив функціонує не лише зовні, а й через системи лояльності, страху та звички до підпорядкування. Військовий сюжет у цьому випадку набуває екзистенційного виміру: вибір між присягою імперії та власною гідністю стає ключовим деколоніальним актом.

Перелік посилань

1. «Кіборги» крокують Україною. URL: https://drogmedia.net.ua/2017/12/29/kiborgy-krokuyut-ukrayinoyu/

2. У Каннах презентують новий фільм Ахтема Сеітаблаєва «Мирний-21». URL: https://suspilne.media/culture/235067-u-kannah-prezentuut-novij-film-ahtema-seitablaeva-mirnij-21/

ТОПОНІМИ СІЧЕСЛАВЩИНИ В ПОЕЗІЇ МИКОЛИ МИКОЛАЄНКА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ялоза Дар'я Миколаївна, група 035-23-1
***Науковий керівник*: к.пед.н, доц. Луценко В. І.**

Поетичний дискурс Миколи Миколаєнка – визначного письменника Придніпров'я – є унікальним джерелом вивчення регіональної ономастики. Топоніми в його текстах виступають не лише як географічні орієнтири, а й як потужні лінгвокультурні маркери, що формують індивідуально-авторську картину світу. Дослідження топонімії дозволяє розкрити глибинні зв'язки митця з рідним краєм та відстежити механізми збереження історичної пам'яті через художнє слово.

У сучасній лінгвістиці топонім трактується як власна назва, що має стійку форму та індивідуалізований денотат. Український мовознавець В. В. Лучик трактує топоніміку як розділ ономастики, який вивчає топоніми, що об'єднують власні назви будь-яких географічних об'єктів [1, с.43]. У художньому тексті ці одиниці, окрім номінативної функції, набувають додаткових конотацій, перетворюючись на складні культурно-символічні знаки. Аналіз поезії М. Миколаєнка свідчить, що топонімічний простір автора є багаторівневим і включає гідроніми, ойконіми та мікротопоніми.

Ядром топонімічної картини Січеславщини у творах поета є гідроніми. Величний Дніпро, «синя Саксагань», «мрійливий Інгулець» та мальовнича Оріль постають у текстах як живі істоти, що персоніфікуються автором. Наприклад, Інгулець у поезії Миколаєнка часто асоціюється з дитинством та витоками життя, виступаючи символом неперервності буття.

Важливим пластом дослідження є ойконіми та мікротопоніми, пов'язані з промисловим Криворіжжям та рідною для автора Мар'янівкою. Назви селищ і місцевостей (Гданцівка, Чорногорка) надають поезії документальної достовірності, створюючи ефект присутності та підкреслюючи автобіографізм лірики. У низці віршів поета домінують топоніми, пов'язані з історією українського козацтва та суспільно-політичних катаклізмів XX століття. Зокрема, Січ, Дніпро, Ненаситець [2 с.202] функціонують як символи козацької доби, свободи та героїки. З іншого боку поет часто використовує топоніми, пов'язані з трагічними сторінками XX ст.: Соловки, Сибіри, Мар'янівка, Кривий Ріг: «…з моєї рідної Мар'янівки - на Соловки…», «І знов – заслання до далеких і злих Сибірів…» [2 с.24] - ці рядки звучать в маленькій поемі письменника під назвою «Парта» написаною в Запоріжжі в 1937 році. Через метафоризацію топонімів поет трансформує реальні географічні об'єкти у сакральні символи. Так, Мар'янівка в поетичному дискурсі М. Миколаєнка стає архетипом українського села – місцем сили та духовної стійкості, попри пережиті трагедії Голодомору та війни. Образ Січеславщини в поезії митця наповнюється епітетами та символічними образами, що формують його неповторний ідіостиль.

Отже, топонімічна картина Січеславщини в поезії Миколи Миколаєнка є ключовим елементом його художнього світу. Через систему власних назв автор

відтворює національну ідентичність, історичну спадщину та глибокий емоційний зв'язок із рідною землею, що робить його творчість неоціненним джерелом для лінгвокраєзнавчих студій.

Перелік посилань

1. Лучик В. В. Вступ до слов'янської філології : підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2008. 344 с.

2. Миколаєнко М. Віща Зоря: Зібрання поезій у 4-х томах. Т. 1-й (1937-1994 рр.) Дніпропетровськ: Ліра, 2009. 288 с.

3. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vmdu_2011_5_13

4. Макеєва К. С. Про аспекти топонімічних досліджень в сучасній лінгвістиці. 2012. URL:
https://surl.li/stmlvm (Режим доступу:

МОВОЗНАВЧІ ТА ЛІТЕРАТУРОЗНАВЧІ ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ

підсекція ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ У ЛІТЕРАТУРІ

ІСТОРІОСОФІЯ ПОЕМИ «ІРІЙ» Б. МОЗОЛЕВСЬКОГО

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бас Анастасія Костянтинівна, група 035-24-1
***Науковий керівник:* д.ф.н., проф. Біляцька Валентина Петрівна**

Постать Бориса Мозолевського є визначною для української культури другої половини ХХ століття, адже він поєднав у собі митця й дослідника, який прагнув осягнути сутність людини крізь призму історичного досвіду. Творчість письменника формувалася в контексті руху шістдесятників, покоління, яке діяло в умовах «відлиги». У цьому зв'язку важливими є історіософські підходи доби, які, за визначенням Руслани Мариняк, охоплюють філософський, сцієнтистський та аксіологічний аспекти [1]. Як зазначає Роман Ткаченко, у поезії Б. Мозолевського ключовими є мотиви смерті й воскресіння, зв'язок часів і прозріння. Володимир Панченко підкреслює синтез історичного й сучасного в поемі «Ірій» [2, 3]. Дослідження історіософських мотивів у творчості Бориса Мозолевського дає змогу глибше зрозуміти індивідуальне світосприйняття митця.

Борис Мозолевський відомий як дослідник, глибоко обізнаний з історією Скіфії, що знайшло відображення у його науково-популярній праці «Скіфський степ». У ній автор активно спирається на свідчення античних учених, зокрема Гіппократа, Посідонія, Ефора, Діодора та інших, ретельно їх інтерпретуючи й залучаючи до реконструкції історико-культурного образу скіфів [4]. Мозолевський частково поділяє концепцію Ефора, відповідно до якої скіфське суспільство постає як таке, що характеризується поміркованістю, доброзичливістю та відсутністю виразних гендерних ієрархій [4].

Відповідно до визначення, поданого в літературознавчому словнику за редакцією Р. Гром'яка, поема є складним синтетичним жанром, який може поєднувати ліричні, епічні та ліро-епічні елементи й відзначається відтворенням значущих подій і яскравих характерів [5, с. 541]. Поема Б. Мозолевського «Ірій» відповідає цим ознакам, однак вирізняється специфічною композиційною організацією: вона складається з сімнадцяти частин та позасюжетних елементів, зокрема передмови, прологу, ліричних відступів та епілогу.

Цей твір у більшості наукових праць досліджувався частинами. Іван Дзюба наголосив на зв'язоку твору з археологічними знахідками та виокремив його проблематику [4]. Володимир Панченко у своїй рецензії на збірку «Поезії» характеризує лише її тематику та символізм [3].

Історіософський вимір поеми ґрунтується на зіставленні різних часових площин – минулого та сучасного автора, які взаємопроникають і формують цілісну концептуальну єдність. Сюжет постає як коротка довідка про історію українців. У ній розкривається історичний проміжок від скіфської доби до знаходження пектораліі й осмислюються вічні питання як особистісні, так і державотворні. За своєю композицією поема нагадує мозаїчну структуру «Чорнобильської мадонни» Івана Драча, поєднуючи частини, натхненні історичними артефактами, зі звертаннями до конкретних людей, і попри відсутність єдиного наскрізного сюжету зберігає тематичну цілісність. Детальніший аналіз образної систе-

ми дозволяє інтерпретувати «Ірій» як своєрідний щоденник автора, створений на основі вражень від археологічних розкопок. Ліричні герої поеми Б. Мозолевського часто постають у ролі спостерігачів або репрезентують міфологічні образи (Папай/Зевс, Скіф, Пал і Нап, Дедал та Ікар). У передмові до поеми автор формулює ідею історичного розвитку як процесу заперечення, що перегукується з філософською концепцією Карла Ясперса про спіралеподібний характер історичного часу, у межах якого розвиток не є повторенням, а постійним оновленням:

Слава вам, звитяжцям завзятим,
Що крізь помилки і крізь втрати
Всім життям і смертю нас вчили
Крила відчувають за плечима [6, с. 100].

Пролог «Ірію» має характер звернення до археологічних пам'яток – Гайманової та Товстої могил, джерел історичного знання. Завдяки прийому персоніфікації вони набувають символічного значення й стають відправною точкою для подальшого розгортання тематики твору. Пролог виконує прогнозувальну функцію: знайомить читача з часом та місцем подій, розкриває проблемний вектор, звернений до долі України.

У ліричному відступі «Чортомлик» автор порушує проблему руйнації історичної пам'яті під впливом утилітарного мислення сучасності. Знищення села заради кар'єру символізує витіснення історичного досвіду економічною доцільністю. Водночас музей постає як інституція збереження культурної спадщини. Таким чином, акцентується на відповідальності сучасного суспільства за вибір між збереженням і руйнуванням минулого:

А вдалині чорнів кар'єрний ротор,
Підступно під'їдаючи поля.
Пусте село текло в кар'єр навпроти –
Приречена, рокована земля!.. [6, с. 58].

У низці частин поеми («Молода рабиня», «Старий слуга», «Молодий слуга») Б. Мозолевський звертається до реконструкції соціального устрою скіфського суспільства крізь призму сцієнтистського підходу. Художні образи в поемі пов'язані з археологічними знахідками (скіфська чаша, гребінь), що надає текстам додаткової документальної достовірності:

Ти думаєш, гуско, я п'яний?
А я просто дід конопляний!
І жаль мені, сивому, гуски,
Та цар вимагає закуски [6, с. 68].

Вірш «Битва після переговорів», натхненний образом скіфського гребеня, актуалізує проблему втрати цінностей, зв'язків і зради. Через індивідуалізований досвід героя автор передає драматизм історичних конфліктів.

Частини «Опія» та «Весільна пісня» відображають критичне ставлення автора до окремих аспектів скіфських поховальних традицій, зокрема тих, що призводили до людських жертв:

А вже те весіллячко плачем линуло –
Повінчалась Опія з домовиною. <…>

Туга коса чорная, білі грудоньки.
Чого ж тепер плакати, добрі людоньки? [6, с. 88].

Через риторичні звернення й емоційно насичену лексику підкреслюється трагізм подібних практик.

Аксіологічний вимір поеми розкривається, зокрема, в описі кургану Драна Кохта, де автор засуджує діяльність «чорних археологів», підкреслюючи руйнівні наслідки їхніх дій для культурної та історичної спадщини. Важливе місце у творі посідає розповідь про скіфських царів Пала і Напа, що інтерпретується як конфлікт між традицією та прагненням до влади. («Переговори Пала і Напа» («Буде бій – нарівні // Станемо до бою. // Та не світить мені// Бути під тобою!»[6, с. 78]).

У фінальних частинах поеми автор висловлює надію на майбутні покоління та підкреслює ідею історичної тяглості. У «Золотій симфонії пекторалі» квітка папороті символізує відродження людства. Б. Мозолевський ідеалізує науку та мистецтво, покладаючи на них надію порятунку світу:

І зійде сонце! І відступить ніч.
І дощ напоїть землю неполиту.
І птиці розлетяться вусебіч,
Любов і мир повідуючи світу [6, с. 108].

Перелік посилань:

1. Мариняк Р. С. Історіософська парадигма в європейській та вітчизняній літературі 1960-х років. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Історія України. Українознавство: історичні та філософські науки*. 2013. № 1055, Вип. 16. С. 99 – 104.
2. Ткаченко Р. Історіософські мотиви поезії Б. Мозолевського. *Гуманітарна освіта в гуманітарних навчальних закладах*. 2018. №37. С. 143 – 147.
3. Панченко В. Край скіфії душа моя стояла… Київ. 2008. № 5 – 6. С. 183 – 186.
4. Дзюба І. М. Скіфський степ під небом України (Борис Мозолевський). *З криниці літ : у 3 т.* Київ : Києво-Могилян. акад., 2006. Т. 1 : Статті. Доповіді. Рецензії. Передмови.. 2006. С. 486 – 506.
5. Літературознавчий словник-довідник / за ред.: Р. Т. Гром'яка, Ю. І. Коноваліва, В. І. Теремка. Київ : Академія, 2007. 752 с.
6. Мозолевський Б. Поезії. Київ : Темпора, 2007. 584 с.

ПОЕТИКА ЕТЮДІВ ЗБІРКИ «СТИХІЯ» ОЛЕСІ ОМЕЛЬЧЕНКО

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бухіннік Поліна Дмитрівна, група 035-24-1
***Науковий керівник*: д.філол.н., проф. Біляцька Валентина Петрівна**

Олеся Омельченко (справжнє ім'я – Олександра Козлова) – знакова постать літературного Придніпров'я, поетеса, прозаїк та членкиня НСПУ і НСЖУ. Здобувши філологічну освіту в Дніпрі та Києві, вона тривалий час поєднувала викладацьку діяльність із творчістю, що дістала високу оцінку відомих літераторів (М. Вінграновського, Л. Голоти, В. Коржа, Лесі Степовички та ін.). Творчий доробок авторки, позначений інтересом до історії та астрономії, охоплює численні збірки, поеми та казки, зокрема «Зачарований обрій», «Дивограй» та «Стихія». Її поезія, за визначенням критиків, є втіленням національного духу та волелюбності, а твори стали вагомою частиною антологій та літературного процесу регіону.

Окремі грані художнього світу письменниці висвітлено в працях М. Антошиної та М. Ковальчука, які зосереджують увагу на образній системі роману у віршах «Дивограй» [1]. Вагомий внесок у вивчення жанрового коду та ліро-епічної природи творчості авторки здійснила В. Біляцька [2; 3; 4; 5], аналізуючи, «генний диво-код» її творів та специфіку функціонування молитви в текстах. Питання фантастичного і реального в ліро-епосі О. Омельченко досліджувала М. Зобенко [6], тоді як мовно-стилістичний рівень і синестезійну природу художнього тла аналізували Т. Мішеніна та К. Качайло [8]. Лексичну систему та композиційні особливості окремих поем висвітлено в розвідках Н. Молчанової та М. Ростовець [9].

Разом з тим слід зауважити, що попри наявність цих ґрунтовних праць, присвячених окремим аспектам поетики чи конкретним творам, комплексний аналіз поетики етюдів збірки «Стихія» як цілісного художнього явища досі не здійснювався, що й зумовлює **актуальність дослідження**.

Метою дослідження є комплексний аналіз поетики етюдів збірки «Стихія» Олесі Омельченко з урахуванням їхньої жанрової природи, структурних особливостей.

Збірка «Стихія» відомої письменниці з Придніпров'я Олесі Омельченко була надрукована у 2021 році в дніпровському видавництві «Ліра. Літературно-художнє видання в авторській редакції вийшло невеликим накладом – лише 50 примірників і приурочене до ювілею письменниці. Дизайн обкладинки та малюнки до розділів створили художниці Людмила Дворніченко та Катерина Полтавець.

Збірка охоплює тридцять оповідань та міні-повість «Жар-птиця або Я буду тебе пам'ятати», яка структурно складається з чотирьох частин та епілогу. Жанрова палітра малої прози представлена дванадцятьма етюдами, сімома оповіданнями, трьома гумосками, однією гумористичною новелою та однією художньою абстракцією, водночас жанрова приналежність ще шести текстів за-

лишається не визначена авторкою, хоча за жанровою характеристикою їх можна поділити на новели, оповідання чи мініатюру.

Особливої уваги заслуговує система присвят та епіграфів, що виконують функцію авторської рефлексії. Так, оповідання «Говорило поле...» містить персональну присвяту авторки: *Батьку, Омельченку Олексію Тимофійовичу, присвячую* [10, 77]. Міні-повість «Жар-птиця або Я буду тебе пам'ятати...» відкривається ліричним зачином, у якому акцентується на емоційному стані мисткині та домінуванні інтимної тематики в її доробку: *Для того, щоб вилити на папір все, що хочеш, // потрібен відповідний настрій. Мені хотілося б // написати багато дечого, але крім любовних // історій нічого більше не виринає з душі...* [10, 84]. Структурна специфіка цього твору виявляється у змістовій кореляції заголовків: назва першого розділу («Жар-птиця») та підзаголовок епілогу («Я буду тебе пам'ятати») фактично дублюють основну назву повісті, утворюючи композиційне кільце. Зразком лаконічної адресації є художня абстракція «Балада зеленого з синім», де присвята обмежена ініціалами *С. К.* [10, 53], що додає текстові певної інтимності.

Як було визначено раніше, жанрова палітра збірки налічує дванадцять етюдів, найчисельнішу групу серед творів збірки. Літературознавча енциклопедія визначає етюд як «невеликий за обсягом, переважно безфабульний твір настроєвого характеру» [7, с. 358]. Це визначення підкреслює особливість жанру – зосередженість на конкретному аспекті дійсності, миттєвому переживанні або деталі. Поняття «етюд» характерне для інших видів мистецтва, його використовують у музиці, живописі, літературі.

Часто етюд стає дзеркалом людської душі, перетворюється на психологічну замальовку. У таких творах тематика зосереджена на внутрішніх станах. Автор фіксує плин думок і почуттів, не пояснюючи причини їх виникнення, просто даючи читачеві можливість прожити цю мить разом із героєм. Окреме місце посідають етюди, побудовані навколо однієї деталі або випадкової сцени. Через дрібниці автори часто розкривають глибокі філософські теми життя, смерті, пам'яті чи любові.

Тематичне наповнення аналізованого циклу етюдів вирізняється психологізмом та фокусом на інтимних переживаннях героїні. Центральне місце посідає розробка концепції кохання у його найрізноманітніших проявах: від раптового емоційного спалаху при зустрічі з незнайомою людиною («Які в тебе очі!», «Біла блакить») до випробування почуттів часом та відстанню («А я все одно тебе люблю»). Авторка приділяє значну увагу драматичним аспектам людських взаємин, досліджуючи біль розставання та неминучість завершення стосунків у етюдах «Про що говорили проліски» та «Початок», де екзистенційний вибір стає передумовою оновлення життєвого шляху. Конфліктна природа почуттів розкривається через опис ревнощів («Зав'яжи мені очі»), непорозумінь та трагізму любовного трикутника («Троє»), що підкреслює складність міжособистісної комунікації. Окрім любовної лінії, вагому роль відіграє тема дитинства та юності, де через призму шкільних буднів («Алгебра») або процес подолання дитячих образ («Образив») відтворюється становлення характеру.

Отже, творчий доробок Олесі Омельченко є репрезентативним зразком сучасної придніпровської прози. Жанрова специфіка творів збірки «Стихія» спрямована на фіксацію миттєвих станів людської душі та екзистенційних прозрінь. Визначено жанрову структуру творів, систему присвят і епіграфів як форму авторської рефлексії. Тематика циклу етюдів, зосереджена на психологізмі та інтимних переживаннях особистості, драмі людських взаємин та рефлексіях дитинства.

Перелік посилань:

1 Антошина М. О., Ковальчук М. С. Образні засоби роману у віршах «Дивограй» Олесі Омельченко. *Філологічні науки: сучасні тенденції та фактори розвитку* : мат. Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 28–29 січня 2022 р.). Одеса : Південноукраїнська організація «Центр філологічних досліджень», 2022. С. 8-11.

2 Біляцька В. П. Жанровий код українського роману у віршах кінця ХХ – початку ХХІ століття : дис. ... д-ра філол. наук : 10.01.01. Дніпро, 2017. 466 с.

3 Біляцька В. П. Молитва як фрагмент жанру в сучасному українському ліро-епосі. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика.* 2021. Т. 32 (71), № 2, ч. 2. С. 136–141.

4 Біляцька В. П. Про «генний диво-код» у романі у віршах «Дивограй» Олесі Омельченко. *Літератури світу: поетика, ментальність і духовність* : зб. наук. пр. Кривий Ріг, 2018. Вип. 11. С. 101–109.

5 Біляцька В. П. Роздуми про лірику й ліро-епос Січеславщини. *Палітра слова й тексту Січеславщини* : кол. монографія. Дніпро, 2020. С. 24–45.

6 Зобенко, М. Фантастика і реальність у ліро-епічних творах Олесі Омельченко. *Вітчизна*. 2002. №5-6. С. 147–152.

7 Літературознавча енциклопедія: У двох томах. Т. 1 / Авт.-уклад. Ю. І. Ковалів. К: ВЦ «Академія», 2007. 608 с.

8 Мішеніна Т. М., Качайло К. А. Стилістичний ресурс односкладних речень у відтворенні синестезійної природи художнього тла. *Філологічні студії. Науковий вісник Криворізького державного педагогічного університету.* 2018. Вип. 17. С. 161–171.

9 Молчанова Н. Особливості лексичної системи мови творів Олександри Омельченко. *Об'єднані магією слова : нариси, статті.* Дніпропетровськ: Пороги, 2011. С. 209-212.

10 Омельченко Олеся Стихія : оповідання та повість. Дніпро: ЛІРА, 2021. 108 с.

11 Ростовець М. В. Поетика композиції поеми «Адам і Єва» Олесі Омельченко. *Матеріали студентської наукової конференції* (квітень, 2003) / ДНУ, фак. укр. філології та мистецтвознавства-Дніпропетровськ: Пороги, 2003. С. 209–212.

МІФОПОЕТИЧНА ПАРАДИГМА ПЕРСОНАЖНОЇ СИСТЕМИ В РОМАНІ ІЛЛАРІОНА ПАВЛЮКА «Я БАЧУ, ВАС ЦІКАВИТЬ ПІТЬМА»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ігнатенко Павло Олегович, група ФЛ-25м-1
Науковий керівник: **к.філол.н. Данюк Анна Олександрівна**

Міфопоетика активно використовується сучасними науковцями. Різні концептуальні підходи й напрями вивчення міфопоетики репрезентовано в численних дослідженнях (Клод Леві-Стросс «Міф та значення» (1995)). В українському літературознавстві міфопоетичний дискурс не залишився поза увагою науковців та продовжує активно досліджуватися у новому столітті. Серед робіт, присвячених вивченню міфопоетичних парадигм у художній літературі варто відзначити дисертацію В'ячеслава Артюха «Природа національного міфу: історико-філософський контекст» (2001), монографію Ігоря Зварича «Міф у генезі художнього мислення» (2002), Тадея Карабовича «Міфопоетика Нью-Йоркської групи» (2017), Ірини Сенчук «Міфопоетика Вільяма Батлера Єйца» (2018) та ін.

Значна кількість наукових праць свідчить про актуальність міфопоетичного методу дослідження у сучасному літературознавстві, за оцінкою науковців, він розширює можливості по-новому інтерпретувати твори української та зарубіжної літератури. Використання міфопоетики як інструментарію літературознавчого дослідження є не лише доцільним і вмотивованим, але й продуктивним, оскільки дає можливість встановити присутність й особливості функціонування міфологічних моделей, образів, мотивів у художніх творах, де свідома авторська міфотворчість часто пов'язана із спонтанним засвоєнням та відтворенням міфологічних структур [1, с. 90].

Роман Ілларіона Павлюка «Я бачу, вас цікавить пітьма», у якому переплелися жанрові ознаки фентезі, психологічного трилера, детективу, химерної прози, є яскравим зразком сучасної української літератури, який занурює читача у світ містики та міфології. Під міфопоетичною парадигмою персонажної системи роману ми розуміємо звернення письменника до традиційних міфологічних сюжетів, образів, символів тощо, які слугують метафоричним відображенням авторської картини світу.

У романі Ілларіона Павлюка «Я бачу, вас цікавить пітьма» простежуються алюзії на образи і сюжети давньогрецької та української міфології (зокрема міф про скриньку Пандори, перевізника Харона, Мінотавра), Біблії (Звіра, Каїна та Авеля), образи лелеки тощо. Місцем подій у романі є селище Буськів Сад, куди приїздить головний герой Андрій Гайстер, щоб почати розслідування серії вбивств та відшукати зниклу дівчинку Надійку. Назва селища прямо пов'язана із прізвищем головного героя. На півночі та в центрі України, зокрема на Київщині, Чернігівщині та частково в західних регіонах гайстером, гастом називають лелеку, або ж по-народному буська. Лелека є священним птахом у багатьох народів. Давньогрецький історик Плутарх повідомляв, що в Тесалії того, хто вбив буська, карали смертю. У греків лелека вважався птахом богині Гери, у римлян – Юнони [2, с. 85]. У стародавніх германців лелека також був посланцем

богів. Він уважався вісником богині Хольди, котра приносила навесні відродження природи. У слов'ян лелека вважався птахом долі, провісником щастя і добробуту. За їхніми віруваннями, у дім, на якому з'явилося його гніздо, прийде щастя і злагода, у сім'ї припиняться сварки. Лелека також був птахом, що асоціювався із народженням дітей: діти, які хотіли мати сестричку чи братика, за порадою старших вибігали за ворота і гукали: «Буську, буську, принеси Маруську!».

Усі символічні значення лелеки спроєктовано на образ головного героя – Андрія Гайстера: він здійснює метафоричну мандрівку колами пекла у селі Буськів Сад, бореться з різноманітною нечистю, прагне захистити невинних та врятувати дівчинку Надійку. Андрій постає як «демоноборець», який долає власну зневіру через мужні вчинки заради порятунку інших.

І. Павлюк у романі «Я бачу, вас цікавить пітьма» проводить паралелі з давньогрецьким міфом про переправу в потойбіччя. Загадковий незнайомець Харитон, ім'я якого співзвучне із іменем перевізника душ у потойбіччя Хароном, дає Андрію давньогрецький обол, пояснюючи, що таку монету клали під язик небіжчикам як плату демону, який перевозить мерців через річку Стікс. Харитон говорить, що саме цю монету «поклали в рота великому Олександрові Македонському, коли він нарешті спустив дух» [4, с. 143].

У романі роль межі між світами виконує широка річка Туонь, переправа через яку символізує перехід у «інший світ» – у селище Буськів Сад. Сама назва «Туонь» має фінське походження, що відсилає до Туонели – царства мертвих у фінській міфології. «Суворий старий Харон, первізник душ померлих, не повезе через темні води Ахеронту жодної душі назад, туди, де яскраво світить сонце життя» [2, с. 21]. Саме тому всі спроби Андрія втекти із селища Буськів Сад і самостійно перейти міст через Туонь закінчувалися невдачею – смертю й поверненням назад.

Міф про скриньку Пандори пов'язаний із таємничою незнайомкою Дорою (Пандорою), з якою Андрій Гайстер знайомиться у потязі. Вона ставить головному герою цікаві запитання та дає важливі підказки для пошуку вбивці: «– А хто допитував отих трьох? – А дільничного С.?» [4, с. 125].

Варто згадати, що фразеологізм «скринька Пандори» має значення «джерело нещасть, вмістилище зла». У романі І. Павлюка Пандора надсилає Андрію посилку, всередині якої лежить Біблія: «Дора вже засипала його новими запитаннями: – Навіщо носити браслет із власним ім'ям?» [4, с. 372]; «– І що це означає? – Це означає, що мені потрібна Біблія» [4, с. 374]. Саме Святе Письмо допомагає Гайстеру розгадати таємниці «пекельного» Буськового Саду, зокрема послання Звіра – відрізаної кисті, до вказівного пальця якої був приклеєний гральний кубик: «Тим часом Андрій застиг коло письмового столу в своєму готельному номері. Перед ним стояла фанерна скриня для посилок… Згори замість адреси кульковою ручкою було написано: „Надіюся, ви знайдете відповіді. Ваша Д."» [4, с. 538]; «„Скриня Пандори", – подумав Андрій і взявся шукати, чим би його віддерти прибите чоботарськими цвяхами віко […] Усередині лежала Біблія» [4, с. 538].

У творі також наявна міфологема про Каїна та Авеля, що ілюструє тему братовбивства та гріха, яка проходить крізь увесь текст. Образ Каїна асоціюється із Захаром Науменком, який заздрив своєму братові та бажав йому смерті, втілюючи один із смертних гріхів: «Йому не так хотілося мати таке саме, як видавалося несправедливим, що все те є у брата. Адже це його, Захарова, мрія: жити в будинку, як із журналу» [4, с. 493].

Кафе в Буськовому Саду має назву «Мінотавр», а самі каменярні під селищем автор описує як нескінченний лабіринт, у якому герої шукають зниклу Надійку, що презентує сюжет ще одного давньогрецького міфу. Саме у каменярнях старого заводу «облаштувалося зло» – вбивця, який у творі фігурує під назвою Звір. Це відсилає нас до ще одного біблійного образу – апокаліптичного Звіра, що втілює абсолютне зло та жорстокість: «…по руків'я увігнав клинок дівчині в живіт. Раз, удруге, втретє» [4, с. 642]. «Суміш жаху, болю й благання. Безпорадність і покора. Звірю завжди здавалося, що він бачить у цьому погляді любов» [4, с. 643].

Отже, роман Ілларіона Павлюка «Я бачу, вас цікавить пітьма» постає як складне багатошарове полотно, де авторська міфотворчість органічно поєднує елементи давньогрецької, української, фінської та біблійної міфологій. Отже, міфологічні структури в романі слугують не просто художнім оздобленням, а інструментом для глибокої деконструкції людської совісті. Зовнішній сюжет про пошук вбивці є лише декорацією для метафоричної мандрівки героя крізь «пітьму» власної душі, що робить твір І. Павлюка визначним зразком сучасної інтелектуальної прози.

Перелік посилань:

1. Костишак І. Містичні образи та мотиви в романі Ілларіона Павлюка «Я бачу, вас цікавить пітьма». *Матеріали студентських наукових читань: зб. наук. праць.* 2024. Вип. 12. С. 89–94.
2. Кун М.А. Легенди і міфи Давньої Греції. Київ: Видавничий центр «Академія», 2010. 448 с.
3. Остапова Л. Алюзія та містика Ілларіона Павлюка: постмодерний роман як інтелектуальна гра. *Філологічні студії та перекладознавчий дискурс*. Івано-Франківськ: Редакційно-видавничий відділ ЗВО «Університет Короля Данила», 2024. С. 93–96.
4. Павлюк І. Я бачу, вас цікавить пітьма. Львів: Видавництво Старого Лева, 2024. 664 с.
5. Савонова Г. Алюзії в романі І. Павлюка «Я бачу вас цікавить пітьма». *Міжнародні наукові інтернет-конференції.* 2024. URL: https://www.economy-confer.com.ua/full-article/5404

ШЕВЧЕНКОВІ МОТИВИ У ТВОРЧОСТІ ГАННИ СВІТЛИЧНОЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ковальова Ілона Олегівна, група 035-24-1
Науковий керівник: **к.філол.н. Данюк Анна Олександрівна**

Ганна Світлична – поетеса з міста Павлограда, ім'я якої асоціюється з постійною боротьбою за своє життя, з неймовірною силою духу та такою ж силою таланту. Як зазначає Я. Рибалка, *«Ганна Світлична – особистість в українській літературі феноменальна. Життя її гідне подиву й захоплення навіть без принадних лаврів поета. З п'ятдесяти шести прожитих років сорок дев'ять Світлична була прикута до ліжка тяжкою хворобою, та з її чистих, пронизаних сонцем, грозою, духом степу й солончаків поезій навряд чи хто з непосвячених у цю долю сказав би, що їх авторка стільки років провела в чотирьох стінах. У всіх своїх книжках Ганна Світлична, за її власним висловом, „прагла навшпиньки дістати високості неба", – і це їй вдалося»* [1].

Ганна Павлівна Світлична народилася 20 квітня 1939 року у місті Павлограді Дніпропетровської області. Рано втратила матір. У 6 років захворіла на поліомієліт – гостре інфекційне захворювання, що вражає центральну нервову систему і часто супроводжується паралічем. Лікарі прогнозували, що Ганна не проживе й 10 років, однак поетесі Бог відвів аж цілих 50 років життя, упродовж яких вона була прикутою до ліжка.Ганна Світлична є авторкою 16 книг поезій, серед яких найвідоміші – «Золоте перевесло» (1963), «Сонячні причали» (1966), «Дозрівання» (1969), «Кольори» (1970), «Літозбір» (1973), «За хвилину до вересня» (1987). Її вірші – це її поетична біографія, де усі думки, почуття, переживання перетворились на художні образи. Як слушно зауважує Я. Рибалка, *«поезія Г. Світличної цікава й повчальна як історія серця, яке вміє страждати так, що страждання робить його не жорстокішим, а, навпаки, гуманнішим. У кожному її вірші – контраст і експресія. Розгубленості, безсиллю тут протиставлено мужність і людяність. Нелюбові – кохання. Зраді – патріотизм»* [1].

У творчості Ганни Світличної, як і у творах багатьох українських поетів, звучать безсмертні мотиви поезії Кобзаря. Дослідженню Шевченкових мотивів у творчості письменників різних епох присвячені праці І. Бріжицької, М. Вишняка, В. Гуменюка, І. Жиленко, М. Козак, О. Неживого, Г. Немченко, Н. Романової, О. Січкар, Л. Тарнашинської та ін. Цей напрямок шевченкознавчих студій досі є актуальним, оскільки нові покоління літераторів по-своєму намагаються переосмислити творчість Тараса Шевченка, його образи, ідеї тощо.

У поезії Ганни Світличної Т. Шевченко присутній у назвах віршів, в образах та цитатах. Так, у поезії «Думаючи про Шевченка» авторка подає Шевченкову постать як вічний символ українськості:

Думаючи про нього,
відчуваю себе народом,
стомільйонною часткою людства
відчуваю в ту мить себе [2, с. 21].

Тут шевченкові мотиви трансформуються у соціально-політичні, революційні та духовні пласти, адже минуле українського народу у своїх поезіях Г. Світлична традиційно пов'язує з долею та заповітами Кобзаря: *«Бачу гнівне бунтуюче рабство, котре з чорних виходить копалень, І Тарасове слово „Борітесь!" вже гримить на його устах»* [2, с. 21]. Поетеса вважає Тараса Шевченка одним із найголовніших оберегів української нації, рідної культури, і, думаючи про Кобзаря, авторка пише, що *«благих позбуваюсь мізерій, й виросто мого Я свідомість до свідомості гордого МИ»* [2, с. 21].

Шевченка як борця, солдата, захисника зображено в поезії «В музеї». Уява поетеси звернена до героїчного минулого рідного краю – Дніпропетровщини. Авторка персоніфікує Шевченків «Кобзар», який, за її словами, є свідком доблесті і слави:

Іржею вкритий, кулею пробитий.
Маленький томик «Кобзаря» розкритий.
А навкруги знамен багрець яскравий,
І він як свідок доблесті і слави.
Я перед ним стою в задумі строго
І знов дивлюся, мовчазна, на нього,
І знову чую сторінок потертих.
Дихання. Кров'ю споєне і смертю [2, с. 24].

Перед читачами постають трагічні сторінки історії нашого народу, *«важких доріг засніжені привали», «боєць-хлопчина»,* який *«клав «Кобзаря» врочисто на коліна»* [2, с. 24]. Поетеса наголошує на тому, що у найсуворіші часи для українців Шевченкове слово завжди надихало та запалювало серця вірою, додавало сил для боротьби:

Змовкали друзі. Й гордо перед боєм.
Злітало слово іскрою палкою,
Як сурми клич, як смолоскип урочий.
«Борітесь!» – птахом линуло крізь ночі [2, с. 24].

Таким чином, Ганна Світлична утверджує думку про те, що Тарас Шевченко та його «Кобзар» завжди будуть носіями історичної пам'яті народу та підніматимуть бойовий дух українців, які ніколи не втратять прагнення до свободи та волі. Шевченко – це поет-пророк, а отже і його «Кобзар» – це своєрідна книга пророцтв та передбачень, а точніше, нагадувань про нашу багатостраждальну історію:

Тепер стоїть «Кобзар» цей у музеї.
Залиті кров'ю ямби і хореї,
Та словом гордим, думкою палкою.
Він, як солдат, готовий знов до бою [2, с. 24].

Вірш «Арешт Шевченка» є глибоким психологічним та соціальним аналізом трагедії митця, який свідомо обирає шлях страждань заради правди. Поезія починається з опису того, що у Шевченка вже була і «воля», і «слава» у світському розумінні. Його ім'я гуло у «столичних вітальнях», він сам був «як пан» над іншими панами. Проте авторка протиставляє це зовнішнє визнання справжньому покликанню поета. У вірші відбувається трагічне переосмислення клю-

чових понять: замість світської свободи – *«руда кос-аральська пустеля»*, замість яскравої слави – *«розкрилений хижий кібець»*, що невідступно висить над ним як символ постійного нагляду та небезпеки. У цьому вірші Тарас Шевченко постає як титан, що *«вергав брилами думи свої невеселі»* [2, с. 21]. Його похмурий погляд на *«зустрічні пости»* свідчить про готовність до боротьби та усвідомлення ціни, яку доводиться платити: *«Заплачено мало, – сказали, – іще плати»* [2, с. 21].

У поезії «Сім'я вечеряє в саду» шевченкові мотиви є своєрідним фундаментом для роздумів авторки про вічні цінності. Поезія починається і завершується варіацією на шевченківський рядок «Сім'я вечеря коло хати». Г. Світлична використовує класичний образ українського раю, де панує гармонія між людиною, родиною та природою, однак робить це по-своєму:

Весела мати, дітлашня,
Смаглявий батько – щойно з поля.
І замовкає гамір дня.
Й парує в мисці бараболя [2, с. 20].

У вірші акцентується на тиші *(«замовкає гамір дня»*, *«у світі тихо-тихо»*), що перегукується з шевченківським вечором, коли *«затихло все»*. Авторка вступає в діалог з «іронічним критиком», який зауважує, що про це все *«вже було мільйон разів»*. Вона не просто копіює Т. Шевченка, а надає його мотивам статусу *«слова-оберега»,* стверджуючи, що повторення шевченківських образів є способом *«замовити лихо»* та зберегти ідентичність.

Таким чином, шевченкові мотиви у творчості Ганни Світличної є не лише декорацією, а й духовним орієнтиром, що дарує відчуття стабільності та захисту в мінливому світі. Поетеса переконана, що творчість Тараса Шевченка має фундаментальне значення для українського народу, оскільки вона є не лише літературною спадщиною, а живим джерелом національної енергії та ідентичності. Отже, продовжуючи Шевченкові мотиви, Ганна Світлична збагатила літературу Придніпров'я поезіями, у яких утверджує думку про незнищенність українського народу, його бойовий дух у прагненні до свободи.

Перелік посилань:

1. Рибалка Я.І. Експресивно-синтаксичні засоби в поезіях Ганни Світличної. [Електронний ресурс]. URL: https://ukrsense.dp.ua/index.php/USENSE/article/view/61
2. Світлична Г. За хвилину до вересня [Текст]: поезії. Київ: Молодь. 1987. 108 с.
3. Світлична Ганна Павлівна [Електронний ресурс]. URL: uk.wikipedia.org/wiki/ Світлична_Ганна_Павлівна.

ЛІРИКО-ФІЛОСОФСЬКІ АЛЮЗІЇ У ЗБІРЦІ СЕРГІЯ ЗЛЮЧОГО «ТИША ТЯЖІННЯ»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кремінь Єва Едуардівна, група 035-24-1
***Науковий керівник:* канд. філол. наук, доц. Ромас Людмила Миколаївна**

Мабуть, жоден письменник у світі не оминув тему роздумів над сутністю людського життя. Автори торкаються фундаментальних питань: «Для чого ми існуємо?», «Що таке щастя?», «Як знайти сенс у світі, що постійно змінюється?» і, наче філософи, досліджуютьють ці питання у формі художніх текстів, досягаючи істини через образи, сюжети та характери. Наприклад, у творах Франца Кафки життя постає як складна і часто абсурдна система, де людина шукає власне «я» у хаосі світу. У творах Тараса Шевченка ми бачимо глибокі роздуми про долю людини, свободу і моральну відповідальність: його поезія поєднує особисте та національне, демонструючи боротьбу людини за справедливість і духовну гідність. А у творах Лесі Українки життя постає як боротьба між внутрішніми бажаннями, обов'язком і соціальними обставинами. Її герої шукають сенс, самореалізацію та духовну свободу, часто ці пошуки супроводжуються трагізмом долі.

Сергій Злючий також не зміг обійти у своїй творчості ці вічні теми і проблеми. Він їх торкається, зокрема, в таких поезіях, як «Степ», «Жертви ландшафту», «Облиш», «Путь», «Плющ» та «Ціна». У віршах «Степ» та «Жертви ландшафту» автор обирає складну та метафоричну манеру письма, щоб передати внутрішній стан людини та її переживання, а не просто описати події. Його стиль місцями схожий на верлібр – вірш вільної структури, що створює відчуття хаотичності та невпорядкованості. А от у віршах «Облиш», «Плющ» та «Путь» автор прагне довести, що життя не можна повністю зрозуміти чи проконтролювати, його треба проживати інтуїтивно, довіряючи внутрішньому руху, а не лише досвіду чи логіці. У «Ціні» автор перелічує дрібниці, які раніше здавалися неважливими (фіранки, кульки повітряні, калюжі), і підносить їх до статусу справжніх цінностей. У цих коротких фразах ідеться про старість, коли справжня вартість життя проявляється лише через усвідомлення його плинності, про красу згасання та цінність людської близькості:

Коло за колом міняють роками
Розпач на втіху милість на гнів
А все одно повертають на камінь
Спечений степом для відліку днів
... І як обійме востаннє мій подих
Душу й відпустить у зимну блакить
Тілу цей простір складе нагороду –
Глину і воду і вітер і мідь [1, с. 6].

Ці рядки підкреслюють ідею замкненості життя, циклічності життя і смерті. Також автор згадує міф про створення людини з глини – один із найпошире-

ніших сюжетів у світових релігіях та міфології. Згідно з ним, вищі сили (творець, боги) виліпили людей із землі та глини, після чого вдихнули в них життя. Ця ідея відображена в авраамічних релігіях (Адам) та давніх міфах (шумерські, єгипетські, грецькі). Поет активно використовує метафори, в яких пов'язує створіння людини з природою: «жертви ландшафту» – люди як частина природи, підпорядковані їй, «сколошкане тіло німого ландшафту» –природа постає, наче жива істота, «голубом серця забитись» – серце як символ життя:

Сколошкане тіло німого ландшафту
... І щось проростає крізь їхні легені
Крізь репані п'яти долоні дебелі
Крізь голови вперті
Крізь м'язи крізь нерви
Щоб знову натомленим
Голубом серця забитись [1, с. 8].

А ці рядки передають стан очікування, невизначеності й надії на краще. Уже сама фраза «жертви ландшафту» показує, що люди тут – не просто частина природи, а ніби принесені їй у жертву. Рядки «розпластано хрестять своїми тілами / сколошкане тіло німого ландшафту» показують, що людські тіла насправді зливаються з землею. «Крізь репані п'яти», «м'язи», «нерви» – це дуже тілесні, навіть болючі образи. Автор акцентує на фізичному й психічному болі. Але, незважаючи на біль, поет пише, що після смерті проростає щось нове, отже життя не зникає, а продовжується, трансформується:

В тобі спливає вічність не востаннє
... звичайні речі робляться спонтанно –
Змахнути піт з чола – одвічний рух
Облиш смішний і вивірений досвід
Щодня його спростовує новий [1, с.51].

У поезії «Облиш» автор переносить людину до масштабів всесвіту. Вона тут – частина чогось безмежного. Поет пише, що навіть найпростіші дії мають сенс, оскільки життя ніколи не зупиняється. Зміст дуже близький до екзистенціалізму, життя і віра глибші за досвід і логіку, тому їх треба відчувати, а не прораховувати. Також тут іде наскрізний заклик не чіплятися за невдачі та минулі часи, оскільки, як пишеться: «в тобі спливає вічність не востаннє» та «облиш смішний та вивірений досвід щодня його спростовує новий», тобто буде ще багато різних можливостей та досвіду:

Все збудеться все заплететься
Соковитим плющем забуття і буття
До пуття недолюблене серце
Вже знетямлене схибленим серцебиттям
... ще лишилося битись поволі
Темне серце дощів [1, с.71].

А у поезії «Плющ» наявні мотиви руху та шляху, він більш повільний і внутрішній, як от биття серця, незважаючи на яке життя продовжується, мотив віри та надії: «все збудеться», як і в поезії «Путь» тут простежується мотив трансформації та злиття з природою, тобто плющ як символ буття і забуття. Автор

так пише щоб передати внутрішню боротьбу людини, її емоційне виснаження і водночас невідворотність життя. Образ плюща і дощу робить емоції не просто психологічними, а природними, частиною всесвіту. Форма і ритм вірша імітують повільний плин життя:

Іди-іди все станеттся все буде
Зустрінеш звіра вірного і квітку
... свою самотність викупиш за добрий
... йди усе здійсниться
І буде путь второвано за обрій
І посох буде вкладено в десницю [1, с. 52].

У поезіях простежуються спільні мотиви руху, віри, внутрішнього пошуку та трансформації особистості. Автор підкреслює, що життя є шляхом, який не піддається раціональному поясненню, а потребує інтуїтивного проживання. Ідея полягає в утвердженні віри як основи існування та прийнятті невизначеності як природної умови людського буття. Рядки в обох віршах не завжди логічно пов'язані, думки ніби «перескакують» одна на іншу, що імітує реальне життя:

Ця осінь нині варта всіх колись
Злітань фіранок кульок повітряних
Простих калюж задивлених у вись
... вже вітер на прозорих прапорах
Своїх надій накреслив щиру ціну [1, с.180].

У «Ціні» автор використовує складну метафорику, щоб дослідити тему екзистенційної вартості моменту, переосмислення життєвого досвіду та неминучості «осені» як етапу підбиття підсумків. Уособлення: вітер виступає як активний суб'єкт, що «на прозорих прапорах своїх надій накреслив щиру ціну» підкреслює ідею того, що доля і час самі виставляють рахунки за прожитий досвід. Осінь тут – символ зрілості, фіналу та переоцінки. Золотий розкиданий плащ – метафора осіннього листя, що водночас асоціюється з багатством життя, яке ми залишаємо позаду. Два квитки та парність називань – символи людського зв'язку, спільності, яка є єдиним порятунком від самотності.

Отже, поезія Сергія Злючого продовжує традицію осмислення вічних питань людського буття, поєднуючи філософську глибину з образною насиченістю. Його твори розкривають життя як складний, суперечливий, але безперервний процес руху, трансформації та пошуку сенсу.

Перелік посилань:

1. Злючий С. Д. Тиша тяжіння. Київ: Український пріоритет, 2023. 223 с.

ІНТЕРПРЕТАЦЯ ОБРАЗУ ДОН ЖУАНА У СВІТОВІЙ ТА УКРАЇНСЬКІЙ ЛІТЕРАТУРАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лесюк Ніка Геннадіївна, група ФЛ-25-1
Науковий керівник: **к.філол.н. Данюк Анна Олександрівна**

Образ Дон Жуана – один із вічних образів світової літератури (разом із Фаустом, Гамлетом та Дон Кіхотом), який в сучасній культурі набуває принципово нового змістового наповнення і активно досліджується письменниками та літературознавцями. Якщо Фауст – це трагедія пізнання, то Дон Жуан – це трагедія вільного вибору та насолоди. У літературі Дон Жуан – молодий спокусник зі знатної родини, який систематично зваблював жінок із різних країв і майже одразу кидав їх, шукаючи нових пригод. Дон Жуан, Дон Ґуан, Дон Хуан, навіть Дон Джованні, – ім'я його змінювалось у різних варіантах оповідей, але постійною прикметою залишалось іспанське походження, безвір'я та жахливий цинізм героя. Протягом століть письменників цікавив не стільки сам образ Дон Жуана як головного ініціатора сюжетного розвитку, скільки ідея донжуанізму, що вироджується та інтерпретується багатозначно, відображає сутнісні зміни в моральних орієнтирах людини.

Проблемою дослідження та інтерпретації образу Дон Жуана у світовій літературі займалися такі літературознавці, як Ярослав Розумний, Дмитро Новохатський, Юрій Шерех, Абрам Гозенпуд, Тамара Тацій, Софія Наумович, Олександр Рисак та інші, але ця проблема є актуальною й досі, оскільки цей образ щоразу постає перед нами в новій інтерпретації [1]. Микола Стороженко у своїх наукових розвідках зазначав, що Дон Жуан – це тип, який еволюціонує від «середньовічного грішника» до «модерного індивідуаліста». «Донжуанізм» як психологічне явище, на думку дослідника, це не просто розпуста, а нескінченний пошук абсолюту, який неможливо знайти в одній жінці.

Уперше образ Дон Жуана з'явився у творі іспанського драматурга Тірсо де Моліни «Севільський спокусник і кам'яний гість» (1630). У цій п'єсі Дон Жуана показано як безвідповідального розпусника, який спокушає жінок, порушує моральні закони і навіть кидає виклик Божій волі. Головна ідея твору – гріховність і неминуча кара за зло. Зрештою, Дон Жуана карає доля: він зустрічається з кам'яним гостем (привидом убитого ним командора), який забирає його до пекла. У цьому творі Дон Жуан був скоріше негативним персонажем, який відштовхував своїми діями, але водночас вражав своєю сміливістю. Іспанський філософ Хосе Ортега-і-Гассет зауважував, що Дон Жуан Тірсо де Моліни ще не має «душі» – він лише імпульс, стихія, що порушує порядок.

Французький драматург Мольєр надав образу Дон Жуана нового значення. У його трактуванні це не просто звабник, а людина, яка кидає виклик суспільству і його застарілим нормам. Він цинічний, розумний і незалежний, його поведінка – це символ бунту проти лицемірства і традицій. Мольєр акцентує увагу не стільки на його аморальності, скільки на свободі мислення героя. Шарль Сент-Бев писав, що мольєрівський Дон Жуан – це «аристократичний ци-

нік», який вірить лише в математичну логіку: «Я вірю, Сганарелю, що два рази по два — чотири, а два рази по чотири – вісім» [6]. Дон Жуана у Мольєра влучно характеризує його слуга Сганарель: «...господар мій Дон Жуан – це найлютіший лиходій з усіх лиходіїв, яких носила на собі земля, скажений собака, диявол, турок, єретик, що не вірить ні в небо, ні в святих, ні в Бога, ні в чорта, що ціле життя своє живе, як паскудна тварюка, як епікурейський кабан, як справжній Сарданапал, що затуляє собі вуха, аби не слухати християнських напучень, і вважає дурницею все те, у що ми віримо…» [6].

Як стверджує Леаніла Міщенко, Дон Жуана «не турбують скалічені долі та життя жінок, які стали жертвами, принесеними його ідолу – Насолоді. Він не жаліє, не жалкує, не соромиться. Він не має совісті. Дон Жуан Мольєра – це не вільнодумець і герой, який утверджує право на щастя і насолоду життям, це образ французького аристократа-хижака [5]. Дон Жуан не стільки порушник суспільних норм, скільки втілення негативних сторін цих норм. Сама гріховність його поведінки є лише своєрідним виявленням гріховності правлячих кіл. Беззаперечним залишається те, що Дон Жуан викривав пороки першого стану суспільства – дворянства. Він вирішив удаватися до таких методів тому, що «тепер цього не соромляться: лицемірство – модний порок, а всі модні пороки визнаються за чесноти. Роль людини добрих правил – найкраща зі всіх ролей, які можна зіграти» [5]. Викривальне значення мольєрівського героя здавалося таким небезпечним, що «Дон Жуан» був забороненим твором понад 100 років.

У літературі XIX столітті образ Дон Жуана суттєво змінюється. Він більше не холодний звабник, а жертва власного чарівного вигляду. Так, у поемі Джорджа Байрона Дон Жуан є романтичним героєм, який потрапляє у різні любовні пригоди. Він пасивний, його спокушають (наприклад, епізод з Катериною II: після участі у штурмі Ізмаїла юний Дон Жуан потрапляє до Санкт-Петербурга як гонець із донесенням про перемогу і опиняється при дворі Катерини II, де миттєво стає об'єктом пристрасті імператриці). Байрон підкреслює іронічну сторону його характеру, роблячи героя більш людяним і близьким до читача: «Він був як соняшник – куди краса, туди і він...». Це вже не «донжуанізм», а «байронізм»: герой стає мандрівником, через мандри якого автор висміює політику Європи та Російської імперії.

У квітні 1912 р. українську версію історії про Дон Жуана подає Леся Українка у драмі «Камінний господар». Твір Лесі Українки з'явився за часів післяреволюційної реакції, коли відступники, колишні «лицарі волі» після поразки революції 1905 року зраджували ідеали, відступалися від своїх переконань, ставали слугами «камінного» суспільства, йшли на компроміс із совістю. У листі до Агатангела Кримського Леся Українка пише: «Боже, прости мене і помилуй! Я написала «Дон Жуана»! Отого-таки самого, «всесвітнього і світового», не давши йому навіть ніякого псевдоніма. Правда, драма – знов-таки драма! – зветься «Камінний господар», бо ідея її – перемога камінного, консервативного принципу, втіленого в командорі, над роздвоєною душею гордої, егоїстичної жінки Донни Анни, а через неї і над Дон Жуаном, „лицарем волі"» [2].

Леся Українка чи не вперше в європейській літературі висловила власне жіноче ставлення до образу Дон Жуана. Її твір, який суттєво відрізняється від

творів попередників і сучасників, називають найвищим втіленням донжуанівської теми у світовій літературі. У трактуванні образу Дон Жуана виявилась найбільша творча сміливість Лесі Українки-драматургині, адже авторка зміщує акцент на жінку – Донну Анну, яка «камінна» за своєю природою, бачить у Дон Жуані не коханця, а інструмент. Дон Жуан у Лесі Українки – це волелюбний лицар, який потрапляє в полон амбіцій Донни Анни. Вона спокушає його не собою, а плащем Командора, тобто владою. Дон Жуан гине не від руки Командора, а від того, що сам стає ним. Одягнувши плащ покійного, він переймає його «камінність». У драмі Лесі Українки камінь – це символ консервативного суспільного устрою, який вбиває будь-яку живу ідею. В образі Дон Жуана Леся Українка підкреслює не лише анархічну вдачу, а й розкриває його деградацію під впливом зовнішніх та внутрішніх сил, які спіткали необачного шукача пригод на шляху до влади. Останні слова Дон Жуана «Де я? Мене нема... се він... камінний!» [2]. підкреслюють розпач героя від усвідомлення того, що за кар'єру, владу він віддав свою волю, зрадив ідеалам, він кам'яніє, стає духовно мертвою людиною. У листі до О. Кобилянської Леся Українка наголошує, що Дон Жуан – «більше символ, ніж: жива людина. Він символізує усе камінне, мертве вбиває живі сили, прагнення до волі, до краси, до повноцінного життя» [5].

Отже, розглянуті нами інтерпретації образу Дон Жуана у творчості Жана Батіста Мольєра, Джорджа Байрона та Лесі Українки переконують, що кожен письменник переосмислив легендарний сюжет по-своєму, з огляду на тогочасні проблеми його епохи.

Перелік посилань:

Врабій А., Врабій В. Порівняння та аналіз образу Дон Жуана у творах Мольєра «Дон Жуан, або Кам'яний гість» і Лесі Українки «Камінний господар». URL: https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/45e61444-4fc7-476e-b4c2-13bb9d27ad04/content

Крижна А. Інтерпретація світового образу Дон Жуана в драматичній поемі Лесі Українки «Камінний господар». URL: https://www.vestnik-philology.mgu.od.ua/archive/v46/part_3/18.pdf

Лист Лесі Українки до А. Ю. Кримського. URL: https://www.l-ukrainka.name/uk/Corresp/1912/19120606auk.html (дата звернення: 13.04.2026).

Лист Лесі Українки до О. Ю. Кобилянської. URL: https://www.l-ukrainka.name/uk/Corresp/1913/19130503.html (дата звернення: 13.04.2026).

Міщенко Л.І. Леся Українка: Посібник для вчителів. К.: Рад. школа, 1986. – 303 с.

Мольєр. Дон Жуан. URL: https://www.ukrlib.com.ua/world/printit.php?tid=153

ОБРАЗ СИЛЬНОЇ ЖІНКИ В РОМАНІ ВОЛОДИМИРА ДАНИЛЕНКА «ТА, ЩО ТРИМАЄ НЕБО»

НТУ «Дніпровська політехніка»

Махиня Крістіна Йованівна, група 035-24-1
***Науковий керівник*: к. філол. н., доц. Ромас Людмила Миколаївна**

Володимир Даниленко – обдарований сучасний український прозаїк, один із найпомітніших представників житомирської літературної школи, учень Валерія Шевчука. Його творчість набуває дедалі більшого визнання не лише в Україні, а й за її межами. Це підтверджують переклади творів автора польською, білоруською, німецькою, японською та іншими мовами. У творчому доробку письменника – збірки оповідань «Місто Тіровиван» (2001), «Сон із дзьоба стрижа» (2006), романи «Газелі бідного Ремзі» (2008), «Кохання в стилі бароко» (2009), «Капелюх Сікорського» (2010), а також збірки «Тіні в маєтку Тарновських» (2012), «Грози над Туровцем» (2014), «Клуб «Старий Пегас» (2019), «Ніч із профілем жінки» (2020), «Маски Діани Стогодюк» (2021). 2025 року побачив світ новий роман Володимира Даниленка «Та, що тримає небо». Це перший твір автора, у якому він звертається до описування подій російсько-української війни.

У прозі автора образ сильної жінки не новий і постає в різних, нерідко контрастних моделях. Письменник неодноразово звертається до типу жінки-хижачки. Цей образ репрезентують Юлія Маринчук (роман «Кохання в стилі бароко»), Ольга Фафлей (повість «Тіні в маєтку Тарновських»), Тая-киз (роман «Газелі бідного Ремзі»), Ганна Жебрій (роман «Клуб «Старий Пегас»), Діана Стогодюк (роман «Маски Діани Стогодюк») [3]. Розгляньмо для порівняння два типи жінок у творчості автора, які ґрунтуються на різних моральних цінностях. Наприклад, образ Діани з роману «Маски Діани Стогодюк», яка водночас постає як Ганна Жебрій у романі «Клуб «Старий Пегас». Діана Стогодюк – холодна маніпуляторка, яка використовує чоловіків як джерело емоцій, влади та можливостей. Її сила руйнівна і скерована прагненням підкорити собі. Натомість образ Дарки Підіпринебо – альтернативна модель архетипу амазонки: її потенціал спрямований не на пригнічення чужої волі, а на захист і підтримку інших. Доречно зазначити, що Володимир Даниленко надає своїм героїням імена з виразним символічним значенням, адже вони перегукуються з їхнім характером і роллю у творі. Так, у романі Маски Діани Стогодюк ім’я Діана має промовисте значення: «таке ім’я героїні автор обрав не випадково, адже Діана була давньоримською богинею полювання і водночас уособлювала місячну енергію» [3]. Ім’я Дарка має іншу семантику: воно походить від слова «дар» і може тлумачитися як «та, що дарує» [4]. Прізвище героїні – Підіпринебо, що метафорично означає людину, яка підтримує світ своєю силою.

Характер персонажа формується під впливом травматичного досвіду та екзистенційних випробувань. У дитинстві вона переживає душевне потрясіння через розлучення батьків, після чого припиняє спілкування з матір’ю і живе з батьком. Рішуча і непримиренна до несправедливості Дарка зі школи захищає

слабших. Наприклад, сцена, коли вона заступається за однокласника, якого побили: «Від такої несправедливості Дарка відчула, як у ній заклекотіло обурення» [2, с.73], після чого вона рішуче стає на його захист. Потім героїня піклується про постраждалого: «зняла свій пуховик, загорнула в нього Жорика, закинула на спину й понесла» [2, с.74].

Особисте життя Дарки складне: чоловік не витримує її сили і зраджує. Незважаючи на це, вона не втрачає себе і рухається вперед.

Родова пам'ять – найцінніша для Дарки. Бабуся Люба, яка прищеплює їй знання про предків, любов до рідної землі та відповідальність за спадщину роду. Вона обирає онуку хранителькою роду, передає їй «книгу деревлян» – стародавні дубові дощечки, що втілюють історичну пам'ять слов'янських племен, звідки героїня черпає свою стійкість.

Початок повномасштабної війни стає переломним моментом у житті протагоністки. Вона бере на себе відповідальність і створює притулок для тварин. Дізнавшись, що над матір'ю і сестрою глумляться в окупованій Бучі, Дарка, попри небезпеку вирішує вирушити туди, аби врятувати їх. Автор вводить героїню в площину гуманістичного конфлікту – протистояння з антагоністами та жорстокою системою. Вона чинить правосуддя над катами нації.

У контексті війни Дарку можна порівняти з жінкою-берегинею українського народу – давня українська богиня-охоронниця, символ захисту роду, дому та матері-землі від зла. Героїня здатна до самопожертви, вона бере на себе біль і страх інших, забезпечує захист і підтримку.

Отже, образ Дарки Підіпринебо в романі «Та, що тримає небо» постає не лише як та, що захищає, а й як та, що оберігає духовні цінності – пам'ять роду, історію та національну ідентичність. Героїня втілює стійкість та витривалість української жінки, яка здатна витримувати найтяжчі життєві випробування. Через цей образ автор формує ідеал сильної, вольової особистості, у якій гармонійно поєднуються ніжність та незламність, а також утверджує ідеї гуманізму, духовної сили та життєстійкості українського народу.

Перелік посилань:

1. Астаф'єв О. Символіка, семантика і функція імені в художньому творі. Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Літературознавство. Тернопіль: ТНПУ, 2009. Вип. 28. С. 3–30.

2. Даниленко В. Та, що тримає небо. Київ: Видавничий центр «Академія», 2025. 255 с.

3. Ромас Л.М. Образ жінки з нарцисичним розладом особистості в романі Володимира Даниленка «Маски Діани Стогодюк». Закарпатські філологічні студії. 2022. Вип. 23(2). С. 218-223.

4. Чучка П.П. Слов'янські особові імена українців: історико-етимологічний словник. URL: https://surl.li/aherae

«LA PIEDRA MODRY» DE OLES HONCHAR: LA FILOSOFÍA DE VIDA Y CREATIVIDAD

Liceo Lingüístico N° 9 de Dnipro, PRO business del Ayuntamiento de Dnipro

Novikova Antonina Igorivna, 11 clase
***Profesora dirigente* – Kusmenko Iryna Ivanivna**
Consultora lingüístico - Havrylova Alvina Volodumurivna

La filosofía de la obra Modra Kamín de Oles Honchar es una concepción en cuyo centro se encuentra el ser humano, su mundo interior y su capacidad de amar y de experimentar la pérdida incluso en las terribles condiciones de la guerra. En este contexto, la obra no solo se presenta como una representación artística de los acontecimientos históricos, sino también como un texto filosófico que explora cuestiones fundamentales de la existencia: el sentido de la vida, la naturaleza del amor, la relación entre la memoria y el tiempo, así como los límites de la resistencia humana. Se transmite la idea de que la guerra, al destruir el mundo físico, no es capaz de aniquilar por completo la esencia espiritual del ser humano. Al contrario, es precisamente en condiciones de peligro extremo e incertidumbre donde se manifiesta con mayor claridad la capacidad de sentir emociones sinceras, que adquieren una intensidad máxima.

En la obra, el amor aparece como una especie de acto que se opone al absurdo de la guerra. Surge de manera repentina, no se somete a normas sociales ni nacionales y, al mismo tiempo, es extremadamente vulnerable frente a la trágica realidad. Precisamente por ello, el amor en «Modra Kamín» adquiere un peso especial: se presenta como un instante que, aunque breve, se vuelve eterno en la dimensión de la memoria. Así, el verdadero valor de la vida humana no se mide por su duración, sino por la profundidad de los sentimientos vividos. El autor demuestra que incluso un encuentro breve, lleno de significado auténtico, puede dejar una huella imborrable en el alma de una persona.

Un significado especial tiene la memoria, que funciona como una forma de inmortalidad espiritual. La pérdida experimentada por el protagonista no destruye sus sentimientos, sino que los transforma en una experiencia interior que lo acompaña a lo largo de toda su vida. En este caso, la memoria actúa no solo como un mecanismo psicológico, sino también como una norma moral: conserva el valor de lo vivido y, al mismo tiempo, forma la identidad de la persona. El ser humano vive de aquello que recuerda, y es precisamente a través de la memoria que puede resistir la influencia destructiva del tiempo. El símbolo de la «piedra azul» puede interpretarse como un signo de eternidad que representa la firmeza de los valores espirituales frente a las dificultades históricas.

Al mismo tiempo, la obra plantea el problema de la naturaleza trágica de la existencia humana, ya que incluso los sentimientos más luminosos no pueden evitar enfrentarse a la realidad de la muerte y la pérdida. Sin embargo, esta tragedia no es desesperanzadora: abre la posibilidad de una comprensión más profunda de la vida y otorga un valor especial a la experiencia humana. El protagonista no niega su dolor ni intenta reprimirlo, sino que lo integra en su mundo interior. De este modo, el dolor de

la pérdida se convierte no solo en una fuente de sufrimiento, sino también en una condición para el crecimiento espiritual y la inspiración. El sufrimiento, aunque es una parte inevitable de la vida humana, puede tener un carácter constructivo, contribuyendo a una comprensión más profunda de uno mismo y del mundo.

Asimismo, el amor que surge entre personas de diferentes nacionalidades subraya la universalidad de los sentimientos humanos y, al mismo tiempo, rompe los estereotipos asociados con “el otro”. Aquí, la persona no aparece como representante de una nación o grupo social, sino como portadora de valores humanos universales. Este enfoque permite formular la idea de la primacía de la humanidad sobre cualquier construcción ideológica o política.

La novela es también un recordatorio de la necesidad de detenerse en el flujo de la vida y tomar conciencia del valor de cada instante. En el mundo contemporáneo, donde las personas suelen centrarse en el futuro o cargan con el pasado, esta obra actualiza la idea del “aquí y ahora”, mostrando que la verdadera vida ocurre precisamente en el momento de la experiencia.

Además, invita a reflexionar sobre qué es lo que realmente da sentido a nuestra vida: si los logros y los bienes materiales, o, tal vez, los vínculos emocionales que creamos con otras personas. En este contexto, se puede sostener que son precisamente los sentimientos, incluso aquellos ligados al dolor, los que conforman el verdadero valor de la existencia humana.

En conclusión, se puede afirmar que la filosofía de la obra consiste en reconocer la primacía de lo espiritual sobre lo material, de los sentimientos sobre el cálculo racional y de la memoria sobre el paso del tiempo. A través de la historia de una pérdida personal, Oles Honchar muestra que incluso en los períodos más oscuros de la historia el ser humano es capaz de conservar la luz en su interior si no pierde la capacidad de amar. De este modo, «Modra Kamín» se presenta como un profundo texto filosófico que no solo refleja la realidad de la guerra, sino que también ofrece respuestas universales a las cuestiones sobre el sentido de la vida, el valor del amor y la fuerza de la memoria, lo que lo hace relevante también en el contexto cultural contemporáneo.

Enlace :

1. https://www.ukrlib.com.ua/bio/printit.php?tid=1586
2. https://www.ukrlib.com.ua/books/printit.php?tid=3112

ПІДПРИЄМНИЦТВО, ТОРГІВЛЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

ПРОБЛЕМА КОНТРАФАКТНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ЗАПЧАСТИН ТА РОЛЬ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ У ЇХ ЗАПОБІГАННІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Антонова Ірина Володимирівна, гр.076-23-1
***Науковий керівник*: доцент кафедри прикладної економіки та підприємництва Пілова Дар'я Петрівна**

Сучасний ринок контрафактних автозапчастин – це масштабна загроза, що виходить далеко за межі фінансових маніпуляцій. Використання підробок у критичних вузлах (гальма, рульове управління, підвіска) створює пряму небезпеку для життя, оскільки несертифіковані деталі не здатні витримувати пікові навантаження та провокують раптові аварії.

Окрім загроз безпеці, контрафакт негативно впливає на легальний бізнес. Підробки призводять до втрати прибутків офіційних виробників і дистриб'юторів, а також підривають довіру споживачів до брендів. У випадках поломки фальсифікованої продукції споживач часто не розрізняє підробку та оригінал, що завдає репутаційної шкоди сумлінним компаніям. У результаті ринок наповнюється низькоякісною продукцією, що знижує загальний рівень стандартів безпеки.

Найчастіше підробляються деталі, які мають високий попит і швидко зношуються. До них належать фільтри, моторні мастила, гальмівні колодки, свічки запалювання та ремені газорозподільного механізму. Дорогі автозапчастини також підробляються, проте значно рідше через складність виробництва та нижчий рівень масового попиту.

Контрафактна продукція переважно реалізується через канали з низьким рівнем контролю: інтернет-магазини, неофіційні торгові точки та ринки. Саме в таких умовах споживач має найбільший ризик придбати фальсифікований товар.

Показовим є випадок, викритий правоохоронними органами, коли на території Києва, Київської та Дніпропетровської областей було організовано повний цикл виробництва підроблених моторних мастил. Щоденний обсяг виготовлення перевищував 3 тонни продукції. У ході слідчих дій було проведено понад 20 обшуків, вилучено близько 14 тис. літрів готової продукції, 3,8 тис. літрів сировини, обладнання, тару, фінансові документи та грошові кошти на суму понад 1,5 млн грн. Загальна вартість вилученого майна перевищила 12 млн грн. Реалізація здійснювалася через інтернет та роздрібні точки під виглядом оригінального товару. Даний випадок кваліфіковано за ч. 3 ст. 229 Кримінального кодексу України [1].

Контрафактні автозапчастини становлять серйозну небезпеку через низьку якість матеріалів та відсутність належного контролю виробництва. Основні загрози їх використання включають:

– ризик дорожньо-транспортних пригод через відмову критичних елементів;

– технічні несправності автомобіля та передчасний знос деталей;

– значні економічні збитки, пов’язані з ремонтом;

– підтримку тіньової економіки та зниження загального рівня безпеки на дорогах.

Важливу роль у боротьбі з контрафактом відіграє технічне регулювання. Стандарти визначають обов’язкові вимоги до якості продукції, сертифікація підтверджує їх дотримання, а маркування дозволяє ідентифікувати оригінальні вироби. Доброчесні виробники дотримуються встановлених норм, проходять процедури оцінки відповідності та впроваджують сучасні засоби захисту продукції. Серед них – голограми, унікальні серійні номери, QR-коди та вдосконалені елементи упаковки.

Для звичайного споживача існує низка практичних способів відрізнити підробку від оригіналу. Передусім варто звертати увагу на якість поліграфії: шрифт, кольори та чіткість друку. Часто підробки мають відмінності у дрібних деталях, таких як написання окремих символів або розташування елементів на упаковці. Також важливими є наявність голограм, перевірка QR-кодів та загальна якість матеріалів упаковки [3].

Технічне регулювання надає споживачам додаткові інструменти захисту. По-перше, це спеціальні знаки відповідності (наприклад, знак CE), які підтверджують безпечність продукції. По-друге, цифрові засоби ідентифікації дозволяють перевірити походження товару. По-третє, споживач має право вимагати документи про відповідність продукції встановленим стандартам.

Отже, проблема контрафактних автозапчастин є комплексною та потребує системного підходу до вирішення. Поєднання ефективного державного контролю, відповідального ставлення виробників та обізнаності споживачів є ключовими чинниками зниження рівня фальсифікації продукції та підвищення безпеки на дорогах.

Перелік посилань

1. На Дніпропетровщині викрили підпільне виробництво пального. Кореспондент.net. 2023. 18 черв. URL: https://ua.korrespondent.net/ukraine/4599574-na-dnipropetrovschyni-vykryly-pidpilne-vyrobnytstvo-palnoho (дата звернення: 21.03.2026).

2. У Дніпропетровській та Київській областях викрили підпільні цеха з вироблення автомобільних мастил. Гірчиця. URL: https://www.hirchytsya.com.ua/u-dnipropetrovskij-ta-kyivskyj-oblastiakh-vykryly-pidpilni-tsekha-z-vyroblennia-avtomobilnykh-mastyl/ (дата звернення: 21.03.2026).

3. Як відрізнити підробку масляного фільтра Logan. Магазин "Далі". URL: https://myu.dali.v.ua/articles/jak-vidrizniti-pidrobku-masljanogo-filtra-logan.html (дата звернення: 21.03.2026).

МУЗИКОТЕРАПІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ БІЗНЕСУ: НОВІ МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ПІДПРИЄМНИЦТВА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Астапов Нікіта Сергійович, група ТО-25-1
***Науковий керівник*: к.н.держ.упр., доц. Сергєєва Олена Романівна**

У сучасному бізнес-середовищі, де високий рівень стресу та емоційного вигорання є поширеним явищем, використання таких інструментів, як варган, калімба та окарина, може стати частиною корпоративних практик підтримки ментального здоров'я. Все більше компаній інтегрують елементи музикотерапії у свої wellness-програми, тренінги з управління стресом і тімбілдинги. Простота цих інструментів дозволяє швидко залучити працівників до процесу, створити атмосферу довіри, знизити напругу в колективі та покращити командну взаємодію.

Використання таких інструментів, як варган, калімба та окарина, може мати помітний позитивний вплив на ментальне здоров'я людини. Вони поєднують у собі простоту, доступність і здатність створювати м'яке, гармонійне звучання, яке сприяє розслабленню та відновленню емоційної рівноваги. На відміну від складних музичних інструментів, ці не потребують спеціальної підготовки, тому можуть використовуватись як інструмент самодопомоги у щоденному житті.

Гра на варгані має особливий вплив через вібрації, які передаються через тіло. Вона допомагає людині зосередитися на внутрішніх відчуттях, ритмі дихання та власному стані. Такий процес нагадує медитативну практику: зменшується рівень тривоги, сповільнюється потік думок, виникає відчуття стабільності й «заземлення». Регулярна практика може сприяти кращому контролю емоцій і зниженню стресу [1, с. 106].

Калімба відома своїм ніжним, мелодійним звучанням, яке часто асоціюється зі спокоєм і безпекою. Її звуки можуть викликати позитивні емоції, допомагати при перевтомі та емоційному виснаженні. Завдяки інтуїтивності гри, навіть люди без музичного досвіду швидко відчувають результат, що підвищує впевненість у собі та дає відчуття досягнення. Це особливо важливо у періоди стресу або зниженого настрою.

Окарина, як духовий інструмент, безпосередньо пов'язана з диханням. Гра на ній допомагає нормалізувати ритм вдиху і видиху, що є ключовим елементом у зниженні тривожності та фізичної напруги. Усвідомлене дихання сприяє заспокоєнню нервової системи, покращує концентрацію та загальне самопочуття. Крім того, сам процес видобування звуку може бути дуже заспокійливим і навіть терапевтичним.

Загалом, варган, калімба та окарина можуть розглядатися як доступні інструменти музикотерапії. Вони сприяють розвитку уважності до себе, допомагають переключити увагу з негативних думок, покращують емоційний стан і сприяють внутрішній гармонії. Їх використання може бути корисним як у по-

всякденному житті, так і в освітніх або психологічних практиках, зокрема для профілактики стресу та підтримки ментального здоров'я [2, с. 47].

Крім того, це відкриває можливості для підприємницької діяльності. Організація майстер-класів, терапевтичних музичних сесій або індивідуальних занять із використанням варгана, калімби та окарини може стати перспективним напрямом у сфері креативних індустрій та психологічних послуг. Такі ініціативи можуть бути орієнтовані як на корпоративних клієнтів, так і на приватних осіб, які шукають доступні способи покращення свого емоційного стану. Попит на подібні практики зростає разом із популярністю усвідомленого способу життя та турботи про психічне здоров'я.

Також варто зазначити, що ці інструменти можуть стати частиною брендингу або унікальної пропозиції бізнесу, пов'язаного з освітою, арт-терапією чи туризмом (наприклад, ретрити, творчі майстерні, фестивалі). Їх автентичність і природне звучання додають цінності досвіду клієнтів, формуючи емоційний зв'язок із продуктом або послугою.

Перелік посилань

1. Bunt, L., & Stige, B. (2014). Music therapy: An art beyond words (2nd ed.). London: Routledge. 256 pages.

2. Levitin, D. J. (2006). This is your brain on music: The science of a human obsession. Dutton/Penguin Books.

ВПРОВАДЖЕННЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ПРИ СТРАТЕГІЧНОМУ ПЛАНУВАННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Галєєв Владислав Олексійович, група 076м-24-1
***Науковий керівник*: доц. кафедри прикладної економіки, підприємництва та публічного управління Горпинич О.В.**

Російська агресія, яка нищить економіку України, вплинула на стратегічну політику, набір інструментів та діяльність підприємств загалом: вона стала визначальним фактором у процесі вибору основних управлінських технологій, які застосовуються в сучасній діяльності підприємств та в повоєнному житті. Під час війни як загальної кризи, що характеризується нестабільністю, невизначеністю та ризиковістю розвитку соціально-економічних процесів в суспільстві, стратегічне планування набуває особливо значущої ролі. Тому завчасне передбачення орієнтовного плану альтернативних дій за таких несприятливих умов допомогає нейтралізувати або пом'якшити вплив негативних факторів зовнішнього середовища. У такому разі стратегічне планування має бути зорієнтованим на стабілізацію ситуації, що склалася, та підтриманні її на одному рівні, адже за Друкером, стабілізація ситуації на підприємстві веде до зростання.

В повоєнному же розвитку України більшої актуальності набуває формування концепції механізму управління життєздатним суб'єктом господарювання на основі принципів стійкого розвитку, основаної на синтезі сучасних теорій підприємництва, менеджменту та парадигми сталого розвитку [1, 2].

Оператори автомобільного ринку України відіграють ключову роль у реалізації Стратегії сталого розвитку України на період до 2030 року та Національної транспортної стратегії України до 2030 року. Відповідно до цих стратегій метою є розвиток ефективної транспортної, зокрема автотранспортної, системи України. Для досягнення цілей Стратегії оператори авторинку повинні надавати якісні споживчі послуги, здійснювати продаж екологічних транспортних засобів, забезпечувати їх експлуатацію на принципах сталого розвитку. Наприклад, спрямованість суспільства і бізнесу на підтримку в умовах воєнних дій електромобільності може свідчити про бажання зменшення впливу на довкілля та розвитку сталого способу транспортування. Дана позитивна тенденція виступає не лише як ключовий аспект економічного розвитку, але і як демонстрація впливу сучасних технологій на формування сталого майбутнього, навіть у нестабільних обставинах.

Нарощення та раціональне використання транспортного потенціалу країни промислового та громадянського секторів, забезпечення сталого розвитку автотранспортної системи України відноситься до стратегічних напрямів. Сталий розвиток автотранспорту – це, насамперед, його гармонійний розвиток, що передбачає гармонізацію та поєднання економічного, соціального й екологічного підходів; їх узгодження та переклад на мову конкретних заходів та засобів

досягнення сталого розвитку зокрема автотранспорту – завдання з великим рівнем складності. Отже, сталий розвиток автотранспорту - це керований розвиток, основою реалізації якого є системний підхід та сучасні інформаційні технології, які дають змогу з високою точністю прогнозувати їхні результати та вибрати найбільш оптимальні напрями розвитку [3].

Термін «сталий транспорт» є логічним з позиції розгляду функціонування автотранспортного ринку як одного з першочергових завдань сталого розвитку. Так, Рада міністрів транспорту Європейського Союзу (ЄС) визначає сталий транспорт із точки зору розвитку сталої транспортної системи, визначаючи останню як транспортну систему, що «забезпечує доступність та задоволення потреб окремих особистостей, компаній та суспільства надійним переміщенням та задоволенням інших транспортних потреб, не завдаючи шкоди здоров'ю людини та екосистемі, а також сприяє встановленню принципу справедливості яку середині соціальних груп, так і між ними» [4].

В сучасній теорії сталого розвитку чітко виділяються два наукових підходи до визначення сутності поняття «сталий транспорт», а саме: екологічний (розглядає поняття з позиції впливу на довкілля) та функціональний (акцентує увагу на забезпечення потреб населення та економіки у перевезеннях та переміщенні з максимальним комфортом).

В цілому для світових торговельних операторів автомобільного ринку у 2025 р. сталий розвиток став ключовим чинником ринкової конкурентоспроможності в довготривалому періоді їх діяльності.

Основні напрямки стратегічного сталого розвитку компаній-світових лідерів на автомобільному ринку :

1. *Електрифікація та нові джерела енергії.* Компанії масово замінюють дизельні та газові моделі на електричні з літій-іонними акумуляторами. Такі автокари не мають шкідливих викидів і є значно тихішими. У 2025 р. стають популярними водневі паливні елементи, які дозволяють уникнути тривалої зарядки та простоїв.

2. *Циркулярна економіка* (економіка замкненого циклу). Відновлення техніки (Refurbishment): провідні гравці, такі як Jungheinrich, акцентують на продажу відновлених вживаних автокарів. Виробництво відновленої машини створює до 80% менше викидів CO2 порівняно з новою. Також використання спільних компонентів для різних моделей дозволяє зменшити обсяги складських запасів та оптимізувати логістику сервісних виїздів.

3. *Цифровізація та автоматизація*. Сучасні автокари оснащуються системами моніторингу, які оптимізують маршрути та запобігають передчасному зносу деталей, що зменшує загальний екологічний слід парку.

4. *Соціальна відповідальність та ESG-звітність*. З 2025 року багато компаній зобов'язані звітувати за стандартами CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive), що змушує дилерів бути прозорими щодо своїх екологічних ризиків. Сталий розвиток включає ергономічний дизайн та передові системи допомоги водієві (камери, датчики розпізнавання людей), щоб звести до мінімуму травматизм на робочому місці.

Отже, при стратегічому плануванні сталого розвитку операторами вітчизняного автомобільного ринку необхідно застосовувати світовий досвід компаній-лідерів, основні стратегічні напрямки сталого розвитку які полягають в наступному.

Екологічна відповідальність: автомобілі на альтернативному паливі – біопаливо, водневі технології; енергоефективність: продаж автокарів з найсучаснішими, найефективнішими двигунами, що споживають менше палива; скорочення викидів: акцент на відповідності суворим екологічним нормам Європи та світу. інновації та технології: цифровізація системи моніторингу палива, телематика для оптимізації маршрутів та стилю водіння, що зменшує витрати пального; електрифікація парків: допомога клієнтам у переході на електрокари.

Економічна стійкість: довгострокові контракти: сервісні пакети, що гарантують надійність і зменшують потребу в частій заміні, підтримуючи фінансову стабільність клієнтів; послуги з управління автопарком: допомога в оптимізації витрат, що сприяє загальній стійкості бізнесу клієнта.

Соціальний аспект: безпека: впровадження систем безпеки для водіїв; відповідальний маркетинг: чесне інформування про екологічні переваги автокарів.

На теоретичному рівні визначено основні складові процесу стратегічного планування сталого розвитку компанії. Процес стратегічного планування охоплює такі компоненти: аналітичні дії, цілеутворення, розробка стратегій, контроль реалізації стратегічного плану та оцінка. Кожен компонент комплексу стратегічного планування складається з відповідних елементів, поєднання яких у певній послідовності дає можливість здійснювати процес стратегічного планування.

Перелік посилань

1. Зайцева Л.О. Інтеграція сталого розвитку в діяльність компаній. Економіка та держава. 2019. № 11. С. 55-60. URL: http://www.economy.in.ua/?op=1&z=4438&i=10

2. Пакулін С.Л., Пакуліна А.А. Управління сталим розвитком сучасного підприємства. Траектория науки. 2016. Т. 2. № 3. С. 2.1-2.17. URL: http://pathofscience.org/index.php/ps/article/view/50.

3. Бойко О.В., Двуліт З.П. Сталий розвиток транспортної системи України. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=nvnltu_2013_23

4. Декларація Ріо-де-Жанейро по зовнішньому середовищу та розвитку. від 14.06.1992р. № 995_455. URL:: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_455#Text

ОНЛАЙН-ТРЕНУВАННЯ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гергель Марія Миколаївна, група ТО-25-1
***Науковий керівник*: к.н.держ.упр., доц. Сергєєва Олена Романівна**

У сучасному світі розвиток інформаційних технологій значно вплинув на всі сфери життя людини, зокрема й на сферу спорту. Одним із результатів цього процесу стало поширення онлайн-тренувань, які є альтернативою традиційним заняттям у спортивних залах. Особливої популярності та актуальності вони набули під час пандемії короновірусу, коли багато людей були змушені залишатися вдома та шукати нові способи підтримання фізичної активності.

Онлайн-тренування являють собою заняття спортом за допомогою цифрових платформ, відеоуроків або прямих трансляцій із тренером. Такий формат дозволяє займатися фітнесом у будь-якому місці та у зручний час, що є однією з головних його переваг. Гнучкість графіку дає можливість поєднувати тренування з навчанням, роботою чи іншими обов'язками, що особливо важливо для сучасної людини з насиченим ритмом життя [1, с. 116].

Ще однією суттєвою перевагою онлайн-тренувань є їх економічна доступність. У більшості випадків вони є дешевшими за абонементи у фітнес-клуби або навіть безкоштовними. Крім того, користувач отримує доступ до великої кількості різноманітних програм: силові тренування, кардіо, йога, пілатес та інші. Це дозволяє кожному підібрати оптимальний варіант відповідно до своїх фізичних можливостей та цілей.

Важливим аспектом є також психологічний комфорт. Для багатьох людей, особливо початківців, заняття вдома є менш стресовими, ніж відвідування тренажерного залу, де вони можуть відчувати невпевненість або сором. Онлайн-формат дозволяє уникнути цього бар'єру та поступово адаптуватися до фізичних навантажень.

Однак, незважаючи на численні переваги, онлайн-тренування мають і певні недоліки. Найбільш значущим із них є відсутність безпосереднього контролю з боку тренера. Неправильне виконання вправ може призвести до зниження ефективності тренувань або навіть до травм. Особливо це стосується складних силових вправ, які потребують правильної техніки виконання.

Ще одним важливим недоліком є проблема самодисципліни. Не кожна людина здатна регулярно займатися без зовнішнього контролю та мотивації.

Домашня обстановка часто відволікає, що може негативно впливати на систематичність тренувань та кінцевий результат.

Також варто враховувати технічні обмеження. Для ефективних онлайн-занять необхідні стабільне інтернет-з'єднання, відповідний пристрій (смартфон, планшет або комп'ютер) та достатньо простору для виконання вправ. У деяких випадках може знадобитися додаткове обладнання, яке не завжди є доступним у домашніх умовах.

З економічної точки зору онлайн-тренування стали важливим сегментом фітнес-індустрії. Вони відкривають нові можливості для тренерів, дозволяючи

працювати дистанційно та залучати клієнтів із різних регіонів. Водночас фітнес-клуби змушені адаптуватися до нових умов, впроваджуючи гібридні формати роботи, що поєднують онлайн- та офлайн-заняття.

Отже, онлайн-тренування є сучасним і зручним способом підтримання фізичної активності, який має значні переваги у вигляді доступності, гнучкості та різноманіття. Проте вони не позбавлені недоліків, зокрема відсутності контролю тренера та потреби у високому рівні самодисципліни. Найбільш ефективним підходом є поєднання онлайн-занять і традиційних тренувань, що дозволяє досягти оптимальних результатів та забезпечити безпеку занять.

Перелік посилань

1. Воловик Наталія Оздоровчий фітнес: навч. посіб. для студентів. вищ. навч. закладів. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2022. 297 с.

CURRENT STATE AND PROSPECTS OF UKRAINIAN–JAPANESE ECONOMIC COOPERATION

Dnipro University of Technology

Holubenko Daria Ivanivna, student of group 076-22-1
***Academic Supervisor*: Ph. D (Econ.), Associate Professor,**
Shapoval Vadym Anatoliiovych

Economic cooperation between Ukraine and Japan has been steadily developing, although the overall scale of bilateral trade remains moderate compared to Ukraine's relations with EU countries. According to official data, the total trade turnover between Ukraine and Japan reached approximately $747 million in 2023–2024, demonstrating gradual recovery after the sharp decline caused by the full-scale war [1]. Japan remains one of Ukraine's key economic partners in Asia, particularly in the context of financial assistance, reconstruction, and technological cooperation.

The structure of bilateral trade is characterized by a high level of complementarity. Ukraine's exports to Japan are dominated by agricultural products and raw materials, including grain, oilseeds, and metal products, which together form the foundation of Ukrainian market. In contrast, imports from Japan consist primarily of high value-added goods, such as machinery, industrial equipment, and automobiles, reflecting Japan's technological specialization [1,2]. Such a trade structure indicates Ukraine's role as a supplier of primary goods and highlights the need for diversification toward higher value-added exports.

In recent years, particular emphasis has been placed on facilitating access for Ukrainian businesses to the Japanese market. This includes institutional cooperation with the Japan External Trade Organization, which supports Ukrainian exporters through consulting, networking, and trade promotion initiatives [3]. These measures contribute to the diversification of export markets and strengthen Ukraine's integration into global value chains. Furthermore, initiatives aimed at promoting Ukrainian products abroad are becoming increasingly important in the context of disrupted logistics and changing trade routes.

Investment cooperation between Ukraine and Japan is also gradually intensifying. In 2024, Ukrainian institutions and Japanese partners signed numerous agreements and memorandums aimed at expanding economic and investment collaboration, particularly in infrastructure, energy, and innovation sectors [2, 4]. Ukrainian investment projects are actively presented to Japanese stakeholders through platforms such as UkraineInvest, which enhances the country's investment attractiveness and facilitates the inflow of foreign capital [5]. Despite this progress, the overall level of Japanese investment in Ukraine remains relatively limited, largely due to geopolitical risks and uncertainties associated with the war.

An important role in strengthening bilateral cooperation is played by international organizations, in particular the United Nations Development Programme, which, in partnership with Japanese institutions, supports business cooperation and economic recovery initiatives in Ukraine [6]. Japan's contribution to Ukraine's economic stability is significant: according to official statements and

international sources, in 2024 Japan committed approximately $4.5 billion in financial assistance under a long-term cooperation framework, including grants, concessional loans, and technical support [1, 7]. In total, since 2022, Japan's cumulative support to Ukraine has exceeded $12 billion, making it one of the largest contributors among non-European partners. This assistance is directed toward infrastructure restoration, energy system stabilization, and support for key economic sectors.

At the same time, Japan actively provides humanitarian aid and technological support, including assistance in digital transformation and institutional development. These efforts contribute to strengthening Ukraine's economic resilience and improving governance capacity, which are essential for long-term recovery. However, despite positive developments, several structural challenges continue to constrain the expansion of cooperation. These include logistical disruptions, limited transport connectivity, high investment risks, and regulatory differences between the two countries. In addition, the ongoing war significantly affects economic activity and investor confidence.

In this context, reforms aimed at improving the legal and tax framework are of particular importance. The alignment of Ukrainian legislation with international standards is expected to enhance the investment climate and create more favorable conditions for foreign investors, including Japanese companies [8]. At the same time, the development of bilateral agreements and institutional mechanisms remains a key factor in strengthening economic ties.

The prospects for Ukrainian–Japanese economic cooperation are closely linked to Ukraine's post-war reconstruction and long-term development strategy. Japan can play a crucial role as both an investor and a provider of advanced technologies, particularly in infrastructure rebuilding, energy modernization, and environmental sustainability projects. The transition to green energy and the implementation of environmentally friendly technologies represent especially promising areas of cooperation, given Japan's expertise in these fields.

In addition, cooperation in the IT sector and startup ecosystem is gaining increasing importance. Ukrainian startups are actively integrating into global innovation networks and attracting the attention of Japanese investors, which creates new opportunities for technological exchange and joint development [9]. The combination of Ukraine's human capital and Japan's technological capabilities may lead to the creation of competitive innovative products and services.

Thus, despite existing challenges, Ukrainian–Japanese economic cooperation demonstrates positive dynamics and significant potential for further development. Strengthening institutional partnerships, expanding trade and investment flows, and promoting innovation will be critical factors in ensuring sustainable economic growth. Japan has the potential to become one of Ukraine's key strategic partners in the process of economic recovery and modernization, while the effectiveness of this cooperation will largely depend on political stability, successful reforms, and the overall improvement of the business environment.

References

1. Ministry of Foreign Affairs of Ukraine. Current state of economic cooperation between Ukraine and Japan (2020). URL: https://japan.mfa.gov.ua/en/potochnij-stan-ekonomichnogo-spivrobitnictva

2. Landlord.ua. (2024). Ukrainian exporters will be able to enter the Japanese market. URL: https://landlord.ua/news/eksportery-z-ukrayiny-zmozhut-osvoyity-yaponskyj-rynok/

3. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024). Ukrainian exporters will be helped to enter the Japanese market: Memorandum between EEPo and JETRO. URL: https://www.kmu.gov.ua/news/ukrainskym-eksporteram-dopomozhut-osvoity-rynok-iaponii-iaponskym-ukrainy-pidpysano-memorandum-mizh-eepo-ta-jetro

4. Fintech Insider Ukraine. (2026). Ukraine and Japan define further development of economic and investment cooperation. URL: https://fintechinsider.com.ua/ukrayina-ta-yaponiya-vyznachyly-podalshyj-rozvytok-ekonomichnoyi-ta-investyczijnoyi-spivpraczi/

5. Diia.Business. (2024). UkraineInvest presented JETRO: promising Ukrainian investment projects. URL: https://business.diia.gov.ua/news/ukraineinvest-prezentuvav-jetro-perspektyvni-ukrainski-investytsiini-proiekty

6. United Nations Development Programme (UNDP). (2025). JETRO and UNDP join efforts to support business partnership between Japan and Ukraine. URL: https://www.undp.org/uk/ukraine/press-releases/jetro-ta-proon-obyednaly-zusyllya-dlya-pidtrymky-biznes-partnerstva-mizh-yaponiyeyu-ta-ukrayinoyu

7. Reuters. Ukraine, Japan sign 10-year term security agreement [Electronic resource]. (2024). URL: https://www.reuters.com/world/ukraine-japan-sign-10-year-term-security-agreement-2024-06-13/

8. Deloitte Ukraine. (2024). Tax and legal alert (16 April 2024). URL: https://www.deloitte.com/ua/uk/services/tax/perspectives/tax-and-legal-alert-2024-04-16.html

9. Ukrainian Startup Fund. (2022). Introduction of Ukrainian startup ecosystem (webinar). URL: https://usf.com.ua/10-ljutogo-vebinar-introduction-of-ukrainian-startup-ecosystem/

ВИКЛИКИ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ ДО БІЗНЕС-МОДЕЛІ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дереза Антон Вячеславович, група 076-23ск-2
***Науковий керівник*: к.е.н., доц. Шаповал Вадим Анатолійович**

Експорт молочних жирів, насамперед вершкового масла, є важливим елементом торговельного балансу України, проте результати І кварталу 2026 року свідчать про вхід галузі у фазу глибокої рецесії. Поєднання глобального перевиробництва та внутрішніх структурних проблем створило умови, за яких традиційні моделі збуту перестають бути рентабельними. Виробники змушені обирати між накопиченням збитків на складах та агресивним демпінгом для виходу на нові, віддалені ринки.

За підсумками перших трьох місяців 2026 року український експорт вершкового масла продемонстрував стрімке падіння. Обсяги відвантажень скоротилися до 2,6 тис. т, що на 18,7% менше порівняно з аналогічним періодом минулого року [1]. Однак найбільш критичним є так званий «ефект ножиць»: темпи падіння валютної виручки майже вдвічі перевищують темпи скорочення фізичних обсягів. Виручка впала на 35,7%, склавши лише $14,8 млн. Цей розрив свідчить про значне стиснення маржі через обвал світових цін. Середня ціна реалізації експортної одиниці за рік знизилась на 20,7%, що в умовах зростання собівартості робить зовнішню торгівлю для багатьох підприємств економічно недоцільною [2].

Кількісне скорочення є лише симптомом істотної географічної перебудови ринку, де український продукт витісняється з преміальних майданчиків дешевшими глобальними гравцями. В умовах цінового тиску в Європі стратегічна диверсифікація ринків перетворилася з опції на інструмент виживання. Наразі спостерігається чіткий поділ: низькорентабельний європейський сегмент та відносно прибуткові ринки Кавказу й Середньої Азії [3]. Молдова (39,5%) утримує позицію основного імпортера, ринок працює у середньому ціновому діапазоні. Азербайджан (19,8%) демонструє найвищу лояльність до української якості, оскільки місцеві контрагенти готові платити премію за бренд, що контрастує з «малоприбутковим» сегментом ЄС. Грузія (9,4%) замикає трійку лідерів високомаржинального вектора. Поточна цінова кон'юнктура в ЄС фактично виштовхує українських виробників на альтернативні ринки, де рівень конкуренції з боку транснаціональних корпорацій поки що дозволяє зберігати прийнятну рентабельність. Європейський Союз, який традиційно був ціновим орієнтиром, перетворився на «пастку негативної маржі». Собівартість виробництва вітчизняного масла досягла €6,5 тис./т, тоді як ринкова ціна в ЄС обвалилася до €5,5-5,7 тис./т [4,5]. Для порівняння: у 2025 році експортна ціна сягала €7/кг, а станом на початок 2026 року вона впала до €4,5/кг. Навіть збільшення квот у жовтні 2025 року не дало позитивного ефекту через глобальне перевиробництво молочних жирів. Експерти констатують, що продаж до ЄС за поточними котируваннями – це робота «в мінус». На складах накопичено понад 10 тис. т масла, що за собівартості

€6,5 тис./т означає €65 млн замороженого обігового капіталу. Ситуацію ускладнює те, що паралельно накопичуються запаси сухого знежиреного молока (СЗМ) та казеїну, що створює критичний дефіцит готівки на підприємствах. Цей ціновий тиск змушує виробників або йти на ризиковане «заморожування» коштів у запасах, або вдаватися до агресивного маркетингу всередині країни.

Український молочний сектор опинився затиснутим між глобальним падінням цін та зростаючими внутрішніми витратами. Основними глобальними загрозами є:

– агресія США на ринку ЄС: у 2026 році очікується масований вихід американських виробників на європейський ринок із дешевшою пропозицією, що ще більше притисне українських експортерів до «цінової підлоги»;

– обвал індексу Global Dairy Trade: світові ціни на молочні жири продемонстрували стрімке падіння, зокрема 2 грудня котирування вершкового масла на аукціоні GDT впали на 12,4%;

– структурна деградація виробництва: стрімке скорочення поголів'я корів призвело до того, що середня відстань доставки молока збільшилася з 50–100 км до міжрегіональних перевезень. Ця логістична складова є ключовим чинником високої собівартості, яка не дозволяє Україні конкурувати з Новою Зеландією чи США за ціною;

– ризик перевиробництва: активне зростання надоїв у США та Новій Зеландії (18,1% світового експорту) створює надлишок жирів, який ринок не здатний поглинути;

Ситуація «роботи на склад» (понад 10 тис. т запасів) змушує виробників радикально змінювати підходи до реалізації продукції. Внутрішній ринок стає сферою конкуренції за ліквідність. Серед стратегічних рішень можна виділити наступні. У внутрішньому ритейлі робиться акцент на фасовану продукцію (180г/200г) та брендинг. За період 2020-2025 рр. вершкове масло подорожчало у 2,4 рази, тоді як соняшникова олія – лише в 1,9 рази. Це робить молочні жири менш доступними для населення, стимулюючи перехід на дешевші рослинні альтернативи, попри незначне сезонне здешевлення масла на 3-4% у лютому-березні 2026 року. Для розвантаження складів виробники використовують агресивні промо-акції, знижуючи роздрібні ціни на 30-35%. В експортній стратегії спостерігається вимушений демпінг лише для звільнення складських площ та отримання обігових коштів.

Таким чином традиційна модель орієнтації українських виробників вершкового масла на ринок ЄС вичерпала себе. Збереження бізнесів повзується з наступними стратегічними оновленнями. Географічна експансія до Азії та Африки з пріоритетом Китаю, Індії та країн Близького Сходу, оскільки споживання там зростає на 3-4% щорічно, що відкриває можливості для реалізації великих партій. Впровадження ESG-сертифікації переходу до «зеленого» виробництва, що дозволить українському маслу вийти з категорії Mass Market та конкурувати в преміальному сегменті ЄС, де ціни є стабільнішими. Інвестиції в ультрафільтрацію – технологічне переоснащення необхідне для значного подовження термінів зберігання продукції, що важливо для збереження придатності продукту під час тривалих морських перевезень до віддалених портів Азії. Розвиток ні-

шевих продуктів через масштабування виробництва органічного та безлактозного масла для нівелювання прямої цінової конкуренції з дешевим американським продуктом.

Перелік посилань

1. Експорт вершкового масла в І кварталі просів на 18,7% – УкрАгроКонсалт / AgroTimes. 21 Квітня 2026. URL: https://ukragroconsult.com/news/eksport-vershkovogo-masla-v-i-kvartali-prosiv-na-187/
2. Кернасюк Ю. Глобальні та внутрішні тренди на ринку вершкового масла – Агробізнес сьогодні. 27 жовтня 2025. URL: https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/33893-hlobalni-ta-vnutrishni-na-rynku-vershkovoho-masla.html
3. Масло на світовому ринку: українські виробники залишаються у "малоприбутковому" сегменті – Delo.ua / Інфоагро. 03 березня 2026. URL: https://delo.ua/news/maslo-na-svitovomu-rinku-ukrayinski-virobniki-masla-zalisayutsya-u-malopributkovomu-segmenti-461110/
4. Крижний А. Виробники накопичили тисячі тонн масла на складах. Чи дістануться вони магазинів? – Економічна правда. 4 грудня 2025. URL: https://epravda.com.ua/biznes/ukrajinske-vershkove-maslo-chomu-zupinili-vipusk-814990/
5. Масло дешевшає: що відбувається на ринку і чого чекати далі – 24 Канал / Інфагро. 8 квітня 2026. URL: https://24tv.ua/agro24/tsini-maslo-padayut-rinok-stikayetsya-nadlishkom-produktsiyi_n3044776

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ БІЗНЕСУ ТА ДЕРЖАВНИХ СТРУКТУР ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАЛОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Єршова Катерина Євгенівна, гр. ПДм-25-1
***Науковий керівник*: к.держ. упр., доцент Лола Вікторія Василівна**

В сучасних умовах воєнного стану та економічної нестабільності ефективність діяльності малого бізнесу значною мірою залежить від швидкості та зручності взаємодії з державними структурами. Малий бізнес, який становить близько 90% від загальної кількості суб'єктів господарювання в Україні, є особливо чутливим до якості та доступності надання адміністративних послуг [1]. Бюрократичні бар'єри, непрозорість процедур та корупційні ризики традиційно стримують розвиток підприємництва, знижуючи конкурентоспроможність вітчизняного бізнесу на міжнародному ринку. У таких умовах оптимізації взаємодії бізнесу з владою стає важливим управлінським фактором, що впливає на можливість започаткування бізнесу та ведення підприємницької діяльності.

Важливим інструментом підвищення ефективності такої взаємодії є цифровізація державних сервісів, що передбачено Стратегією цифрової трансформації України на 2021-2030 роки [2]. Перехід до електронної взаємодії дозволяє підприємцям більш ефективно планувати свою діяльність, зменшувати витрати часу та уникати зайвих адміністративних процедур. Це створює більш передбачувані умови ведення бізнесу, що є важливим для прийняття управлінських рішень. Усе це обумовлює актуальність цього дослідження, яке присвячено аналізу цифрових інструментів взаємодії бізнесу з державою та визначення їх впливу на підвищення ефективності ведення підприємницької діяльності в Україні.

Слід наголосити, що на сучасному етапі формування відносин між бізнесом та публічною владою в Україні відбуваються суттєві зміни у підходах до організації такої взаємодії. Однією з основних тенденцій є перехід від складних бюрократичних процедур до моделі сервісної держави [3]. Для підприємця це означає скорочення непродуктивних витрат часу та ресурсів, які раніше витрачалися на виконання формальних вимог. Відповідно, зростає можливість зосередитися на розвитку власної справи, а не на подоланні адміністративних бар'єрів.

Серед ключових цифрових інструментів, які застосовує сьогодні держава і які сприяють підвищенню ефективності функціонування малого підприємництва в Україні, можна виділити такі:

По-перше, електронна реєстрація бізнесу через портал «Дія.Бізнес» та Єдиний державний реєстр – дозволяє значно скоротити цей процес з 5-10 до 1-3 робочих днів [4]. Це дає можливість підприємцям швидше реалізовувати свої бізнес-ідеї та зменшує витрати на започаткування власної справи, що є важливим чинником активізації підприємницької ініціативи.

По-друге, цифрові податкові сервіси, зокрема, система BAS та Електронний кабінет платника податків ДПС, спрощують процес адміністрування податкових зобов'язань. Частка електронної звітності малого бізнесу у 2023 році перевищила 78% [5]. Це свідчить про те, що підприємці поступово інтегрують цифрові інструменти у свою повсякденну діяльність, що підвищує ефективність управління фінансами.

По-третє, автоматизація отримання дозволів і ліцензій через онлайн-сервіси зменшує необхідність особистої взаємодії з державними органами [6]. Це сприяє зниженню не лише часових витрат, а й ризиків виникнення корупційних практик, що позитивно впливає на загальні умови ведення бізнесу.

По-четверте, мобільний застосунок «Дія» забезпечує доступ до широкого спектра державних послуг і цифрових документів, якими станом на 2024 рік скористалися понад 22 млн громадян [7]. Водночас для підприємців важливим є подальше розширення функціоналу саме бізнес-орієнтованих сервісів, що дозволить ще більше інтегрувати державні послуги у щоденну підприємницьку діяльність.

Таким чином, порівняння традиційної та цифрової моделей взаємодії бізнесу з державними структурами демонструє очевидні переваги останньої: скорочення часу реєстрації бізнесу, перехід від паперової до електронної звітності, автоматизація дозвільних процедур та цілодобовий доступ до адміністративних послуг – усе це суттєво знижує транзакційні витрати малого підприємництва. Водночас існують виклики: нерівномірне охоплення цифровою інфраструктурою (особливо в умовах воєнного часу), недостатня цифрова грамотність окремих категорій підприємців та кіберзагрози. Тому серед найбільш пріоритетних напрямів подальшого розвитку цифрової взаємодії бізнесу та держави варто відзначити розширення платформи «Дія.Бізнес» шляхом інтеграції послуг з ліцензування, кредитування та державної підтримки в єдиному цифровому просторі, а також посилення кіберзахисту реєстрів і платформ взаємодії з підприємцями. Крім того, важливим фактором є інституалізація принципу digital-first при наданні адміністративних послуг із збереженням офлайн-альтернатив. Окремої уваги потребують програми цифрової грамотності для малого бізнесу, передусім у сільській місцевості та регіонах, постраждалих від бойових дій. Стратегічним пріоритетом залишається гармонізація вітчизняних стандартів із директивами ЄС у сфері електронного урядування, що сприятиме транскордонному визнанню цифрових документів та інтеграції українського бізнесу до єдиного ринку ЄС.

Отже, цифровізація взаємодії бізнесу та держави є важливим чинником оптимізації підприємницької діяльності, водночас її ефективність залежить від здатності підприємців адаптуватися до цифрового середовища та від рівня доступності відповідної інфраструктури. На нашу думку, ключовим завданням подальшої цифровізації має стати не лише розширення кількості сервісів, а підвищення їх практичної зручності та доступності для різних категорій підприємців. Розвиток цифрових сервісів має бути орієнтований на реальні потреби бізнесу, що дозволить створити більш сприятливі умови для розвитку малого підприємництва в Україні.

Перелік посилань

1. Бортнік С. Функціонування малого і середнього підприємництва в Україні: сучасний стан та перспективи розвитку. *Економіка та суспільство.* 2022. № 36. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1169

2. Стратегія цифрової трансформації України 2021–2030 : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 лют. 2021 р. № 365-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/365-2021-%D1%80#Text

3. Кучменко В., Ватульєв М. Цифрова трансформація публічного управління в умовах воєнного стану. *Молодий вчений.* 2025. № 4 (135). URL: https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/6451

4. Офіційний портал «Дія.Бізнес». Реєстрація бізнесу онлайн. URL: https://diia.gov.ua/services/reyestraciya-fop

5. Державна податкова служба України. Публічний звіт ДПС 2023. Київ : ДПС, 2024. URL: https://tax.gov.ua/diyalnist-/plani-ta-zviti-roboti-/791153.html

6. Про адміністративні послуги: Закон України від 06 верес. 2012 р. № 5203-VI (зі змін.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5203-17

7. Міністерство цифрової трансформації України. Результати Дія.Бізнес у 2023 році: розвиток підприємницької екосистеми в умовах війни. URL: https://thedigital.gov.ua/news/rezultati-diyabiznes-u-2023-rotsi-rozvitok-ukrainskoi-pidpriemnitskoi-ekosistemi-v-umovakh-viyni

ІНФОРМАЦІЙНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ОДИН ІЗ ФАКТОРІВ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ РИНКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Зозуля Никита Костянтинович, група ТО-25-1
***Науковий керівник*: к.н.держ.упр., доц. Сергєєва Олена Романівна**

У сучасних умовах розвитку цифрової економіки інформаційні платформи відіграють важливу роль у формуванні та розвитку інфраструктури ринку. Вони забезпечують ефективний обмін інформацією між суб'єктами господарювання, сприяють розвитку електронної комерції, підвищують рівень прозорості економічних процесів та створюють нові можливості для розвитку підприємництва.

Інфраструктура ринку являє собою сукупність організацій, інститутів та технологічних систем, які забезпечують функціонування ринкових відносин. До її складових належать фінансові установи, торговельні підприємства, логістичні компанії, інформаційні служби, біржі, а також інші структури, що забезпечують ефективний обіг товарів, послуг і капіталу. У цьому контексті інформаційні платформи виступають важливим інструментом інтеграції різних елементів ринкової інфраструктури [1, с. 24].

Однією з основних функцій інформаційних платформ є забезпечення швидкого доступу до економічної інформації. Завдяки використанню цифрових технологій учасники ринку можуть оперативно отримувати дані про попит, пропозицію, ціни, конкурентне середовище та умови співпраці. Це дозволяє підприємствам приймати більш обґрунтовані управлінські рішення, ефективніше планувати виробництво та оптимізувати свою діяльність.

Особливого значення інформаційні платформи набули у сфері електронної комерції. Сучасні онлайн-майданчики дозволяють компаніям продавати товари та послуги через інтернет, що значно розширює ринки збуту та знижує витрати на організацію торговельної діяльності. Для малих і середніх підприємств використання таких платформ створює можливості для виходу на нові ринки без значних інвестицій.

Крім того, інформаційні платформи сприяють розвитку логістичної інфраструктури ринку. Використання цифрових систем управління дозволяє оптимізувати транспортні маршрути, контролювати рух товарів у режимі реального часу та підвищувати ефективність роботи логістичних компаній. Це сприяє скороченню витрат на транспортування та підвищенню швидкості доставки товарів.

Важливим напрямом розвитку інформаційних платформ є також фінансова сфера. Завдяки цифровим платіжним системам, онлайн-банкінгу та фінтех-технологіям здійснення фінансових операцій стало значно швидшим та зручнішим. Користувачі можуть здійснювати платежі, перекази коштів і фінансові операції дистанційно, що підвищує доступність фінансових послуг для населення та бізнесу.

Разом з тим використання інформаційних платформ супроводжується певними викликами. Серед них особливе місце займають питання кібербезпеки,

захисту персональних даних користувачів, а також необхідність створення ефективного правового регулювання діяльності цифрових платформ. Забезпечення безпеки інформаційних систем є важливою умовою стабільного розвитку цифрової економіки [2, с. 13].

В Україні розвиток інформаційних платформ є важливим фактором модернізації економіки та інтеграції до світового цифрового простору. Активне впровадження електронної комерції, державних онлайн-сервісів та сучасних інформаційних технологій сприяє формуванню сучасної інфраструктури ринку та підвищенню конкурентоспроможності національної економіки.

Отже, інформаційні платформи виступають одним із ключових факторів розвитку ринкової інфраструктури. Вони забезпечують ефективний обмін інформацією, сприяють розвитку електронної комерції, підвищують ефективність економічної діяльності та створюють нові можливості для розвитку бізнесу і суспільства в умовах цифровізації.

Перелік посилань

1. Вишня В.Б. Інформаційні системи та технології: підручник / кол. авт.; за заг. ред. д.т.н., проф. В.Б. Вишні. Дніпро: Дніпроп. держ. ун -т внутр. справ, 2021. 280 с.

2. Laudon K., Laudon J. *Management Information Systems*. – Pearson Education, 2022.

РОЗВИТОК КАВ'ЯРЕНЬ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ЗМІН

НТУ «Дніпровська Політехніка»

Кичак Марія Василівна, група 076-22-1
***Науковий керівник*: к.е.н., доц. Тимошенко Любов Вікторівна**

Бізнес в сфері гостинності та громадського харчування як у світі, так і в Україні демонструє динамічний розвиток, що супроводжується підвищенням вимог до якості надання послуг. Особливу роль у цьому сегменті відіграють кав'ярні «третьої хвилі», які трансформувалися з традиційних точок реалізації кави у багатофункціональні простори.

Концепція «третьої хвилі кави», яка була запропонована норвезькою баристою Тріш Ротгеб у 2002 році, ознаменувала новий етап еволюції кавової культури та формування її як окремого виду гастрономічного мистецтва. Даний період характеризується не лише зростанням уваги до якості кавових зерен, їх смакових характеристик, особливостей обсмажування та технологій приготування, включаючи методи заварювання і подачі, але й акцентом на комплексному розвитку кавової культури загалом.

Слід зазначити, що суттєва увага приділяється вдосконаленню просторово-організаційних характеристик закладів, у яких здійснюється приготування та споживання кави (рис.1).



Рис. 1 Особливості просторово-організаційних характеристик кав'ярень третьої хвилі

Третя хвиля кави принесла різноманітність напоїв із кавою, що стали символами креативності в кавовій культурі [1].

Працівники кав'ярень «третьої хвилі» орієнтовані не лише на реалізацію кавової продукції, а й на формування у споживачів відповідного рівня обізнаності щодо відмінностей між сортами кави, методами її приготування та смаковими характеристиками. Такий підхід до відбору сировини, використання спеціалізованого обладнання та підготовки персоналу зумовлює зростання обсягів фінансових інвестицій, що, своєю чергою, відображається на підвищенні вартості кінцевого продукту.

В Україні кав'ярні третьої хвилі набули широкої популярності у 2010-х роках. Кількість поціновувачів якісної та ароматної кави у затишному місці щороку зростає, тому підприємницька діяльність у цьому сегменті демонструє зростання навіть у період повномасштабних воєнних дій. Про це свідчить збільшення чисельності таких закладів. Так у грудні 2021 року їх налічувалося в Україні 5,3 тис., а в квітні 2024 - 7,2 тис. [2], тобто зростання склало 35,85%.

Бум кав'ярень третьої хвилі змінив споживацькі звички українців, особливо молоді, «покоління Z радше зекономить на якихось інших речах, але купить ранкову каву у своїй улюбленій кав'ярні біля дому» [2].

Наразі більшість українських кав'ярень, які починали як третя хвиля, органічно переходять на четверту: мають власну обсмажу чи замовляють її саме під себе, залучають до роботи кавових призерів, навчають та еволюціонують в ногу з часом [3].

Отже, в умовах трансформаційних змін розвиток кав'ярень пов'язаний, насамперед, з тим, що ці заклади виконують не тільки функцію забезпечення громадського харчування, а перетворюються на соціальні та культурні простори для відвідувачів. Естетично привабливе та функціонально комфортне середовище для відвідувачів кав'ярень третьої хвилі передбачає створення відповідних просторово-організаційних характеристик. У сучасних умовах такі заклади виступають осередками культури споживання, де відвідувач оцінює не лише органолептичні властивості напою, але й атмосферні характеристики середовища, оперативність і якість обслуговування, рівень професійної підготовки баріста та кваліфікаційні і комунікаційні характеристики персоналу.

Перелік посилань

1. Третя хвиля кави, що це таке і чим вона відрізняється від першої та другої хвиль? (08.03.2024). URL: https://doppio.ua/tretia-khvylia-kavy/?srsltid=AfmBOorJvdXoN88l42qZ5tiZHtnz7tc7RW33PQrEtfYDsAsi8KrgvpBD

2. Кавовий бум під час війни. Чому кількість кав'ярень в Україні постійно зростає. Українська кавова спільнота. (09.09.2024). URL: https://www.ucsc.org.ua/kavovyj-bum-pid-chas-vijny-chomu-kilkist-kavyaren-v-ukrayini-pid-chas-vijnypostijnozrostaye/

3. Що таке «кав'ярня третьої хвилі»? Звідки ці хвилі та яка зараз кавова культура в Україні (19.04.2024) https://ain.ua/2024/11/19/shho-take-kaviarnia-tretyoyi-xvili-zvidki-ci-xvili-ta-iaka-zaraz-kavova-kultura-v-ukrayini/

РОЛЬ МАРКЕТИНГУ У РОЗВИТКУ КАВ'ЯРНІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лотарева Ганна Юріївна, група ТО-25-1
***Науковий керівник*: к.н.держ.упр., доц. Сергєєва Олена Романівна**

Роль маркетингу у розвитку кав'ярні є надзвичайно важливою оскільки саме завдяки правильно побудованій маркетинговій стратегії заклад може залучати нових клієнтів утримувати постійних відвідувачів та формувати власний унікальний імідж на ринку у сучасних умовах конкуренції кав'ярні вже не можуть обмежуватись лише якісною кавою адже клієнти обирають не тільки продукт але й атмосферу сервіс та емоції які вони отримують під час відвідування

Перш за все маркетинг допомагає визначити цільову аудиторію кав'ярні це можуть бути студенти офісні працівники молодь або сім'ї і відповідно до цього формується концепція закладу дизайн інтер'єру меню та навіть стиль обслуговування наприклад якщо кав'ярня орієнтована на молодь важливо використовувати сучасні тренди яскравий візуал та активність у соціальних мережах. Важливу роль відіграє просування кав'ярні через соціальні мережі такі як Instagram та TikTok адже саме там можна швидко привернути увагу потенційних клієнтів за допомогою фото відео акцій та інтерактиву правильний контент створює бажання відвідати заклад спробувати напої та зробити власні фото що додатково працює як безкоштовна реклама

Ще одним важливим елементом маркетингу є створення бренду кав'ярні тобто її унікального стилю назви логотипу та атмосфери сильний бренд допомагає виділитися серед конкурентів та запам'ятатися клієнтам наприклад оригінальна подача напоїв незвичайні назви в меню або особливий стиль оформлення можуть стати головною причиною вибору саме цієї кав'ярні

Також маркетинг включає проведення акцій програм лояльності знижок та спеціальних пропозицій це стимулює клієнтів повертатися знову наприклад кожна шоста кава безкоштовно або знижки для студентів у певний час такі методи не тільки збільшують продажі але й формують звичку відвідувати саме цей заклад

Не менш важливим є сервіс адже задоволений клієнт обов'язково повернеться і порадить кав'ярню іншим людям тому маркетинг тісно пов'язаний з якістю обслуговування швидкістю роботи бариста ввічливістю персоналу та загальною атмосферою

У підсумку можна сказати що маркетинг є ключовим фактором успіху кав'ярні адже він допомагає не тільки залучити клієнтів, але й утримати їх сформувати позитивний імідж та забезпечити стабільний розвиток бізнесу в умовах високої конкуренції.

Перелік посилань

1. Основні тенденції у сфері кав'ярень: нові формати, інновації та стратегії для успіху. URL: https://tradeusanews.com/osnovni-tendenci-u-sferi-kavyaren-novi-formati-innovaci-ta-strategi-dlya-uspixu.html

КРЕАТИВНІСТЬ УКРАЇНСЬКОГО БІЗНЕСУ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ ЯК ЧИННИК СТРАТЕГІЧНОЇ ГНУЧКОСТІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Молочкова Софія Олексіївна, група 076-22-1
***Науковий керівник*: к.е.н., доц. Шаповал Вадим Анатолійович**

Поняття креативності має глибокі історико-філософські витоки. Ще у працях Платона, зокрема в діалозі «Іон», творчість трактувалася як особливий стан натхнення, що виходить за межі раціонального мислення [1]. Креатив широко застосовується у бізнесі, та його складових, таких як маркетинг, менеджмент і навіть економіці.

Шкафер В.В. у своїй праці про дослідження креативності в українському бізнесі розглядає креативність з позиції економіки та управління як здатність створювати і знаходити нові ідеї, відхилятися від прийнятих схем мислення та успішно й нестандартно вирішувати завдання [2]. На відміну від алгоритмів та штучного інтелекту, які працюють за заданими параметрами, креативність є унікальною рисою людського мозку, а саме префронтальної кори: вона передбачає емоції, інтуїцію, свободу вибору та здатність створювати [1].

В умовах воєнного стану в Україні креативність набуває стратегічного значення для забезпечення стійкості бізнесу. Високий рівень невизначеності, порушення логістичних ланцюгів, інфраструктурні втрати та психологічний тиск зумовлюють необхідність оперативної трансформації бізнес-моделей [3]. У цих умовах креативні підходи, зокрема через цифровізацію та розвиток комунікаційних стратегій, стають ключовими драйверами збереження конкурентоспроможності. Особливістю креативної економіки є домінування нематеріальних активів — інтелектуального капіталу, інновацій та ідей — над матеріальними ресурсами. Це підтверджується динамікою зростання частки креативних індустрій у структурі валової доданої вартості. Найбільш активно креативні практики інтегруються у сфери інформаційних технологій, маркетингу, реклами, публічних комунікацій та дизайну [4]. Наприклад, якщо у 2013 році додана вартість у сферах креативної економіки становила близько 3% від загальної валової доданої вартості, то до 2020 року цей показник зріс до 4,2% [5].

З дослідження бізнес-екосистем в контексті розвитку креативних індустрій, Прокопенко С. стверджує, що у сучасному цифровому середовищі взаємодія з аудиторією виходить далеко за межі звичайного маркетингу – вона перетворюється на постійний діалог між творцями та громадою. На думку Прокопенка С., головним цифровим каналом комунікації «споживач-бізнес» є саме соціальні мережі: платформи на кшталт «Instagram», «Twitter», «TikTok» та «Facebook» мають вирішальне значення не тільки для просування продуктів, але і для побудови лояльності бренду [6].

Таку тенденцію демонструє український виробник кави – «Minelly», який налічує на платформі «Instagram» більше 165 тисяч спостерігачів й близько 2100 дописів. Принцип креативної комунікації зі своїми не просто клієнтами, але і читачами-фанатами, здійснює співзасновниця бренду – Ірина Ланцова, або

за її сценічним ім'ям на сторінці «Minelly» - Йоша [7]. Ірина Ланцова веде «Йошин серіал у сторіс» про труднощі ведення бізнесу, спілкується з підписниками про життєві проблеми, роблячи це відкрито та життєво. Головна унікальність «Йошиного серіалу в сторіс» - це саме формат «Stories», який зникає за 24 години, що створює для читача певний ефект FOMO (з англ. - Fear Of Missing Out) – страх пропустити ексклюзивну інформацію про співпрацю з іншими брендами, знижки на кавову продукцію тощо. Такого роду блог, за допомогою якого засновники відкрито спілкуються з споживачами бренду, створює міцніший зв'язок та підвищує лояльність.

Показовим прикладом реалізації креативних підходів у кризових умовах є інший кейс «Minelly» [8], що поєднує елементи кризового менеджменту, цифрової комунікації та поведінкової економіки. Виробничі потужності компанії розташовані у місті Гостомель, яке зазнало значних руйнувань унаслідок бойових дій у 2022 році. У результаті знищення виробничого приміщення підприємство втратило можливість здійснювати операційну діяльність у звичному режимі. Водночас частина готової продукції (обсмажена кава) залишилася фізично неушкодженою, проте набула стороннього запаху горіння через вплив навколишнього середовища. Нові замовлення продовжували надходити, однак виготовити нову партію каву через воєнні умови не було можливим. Однак компанія обрала альтернативну стратегію, засновану на принципах відкритості та креативної взаємодії з аудиторією. Взаємодія здійснювалася через соціальну мережу за допомогою комунікативного інструменту бренду "Йошин серіал у сторіс". Ірина Ланцова повідомила про руйнування виробництва та наявність партії кави зі зміненими органолептичними характеристиками, а клієнтам, які вже здійснили замовлення, було запропоновано повернення коштів [2].

І у цьому випадку, винятково спрацювала як і креативність бренду, так і побудована комунікація завдяки ній. Замовники кави почали відповідати, що чекають на саме цю партію, відмовляючись від повернення, інтерпретуючи її як символічний продукт - «кава із запахом перемоги». Таким чином, фактично відбулася зміна споживчої цінності товару: з функціональної (якість продукту) на емоційно-символічну (підтримка бізнесу в умовах війни, причетність до спільного досвіду). Кейс «Minelly» демонструє, що креативність у сучасному бізнесі виходить за межі традиційного маркетингу і виконує функцію антикризової адаптації. Вправна підібрана стратегія, як наслідок, дозволила компанії: підвищити упізнаваність бренду у медіа, підсилити лояльність клієнтської бази та, що не менш важливо для підприємства - трансформувати збитки у дохід, й потенційно збільшити прибуток завдяки розширення клієнтської бази.

Таким чином, креативність в умовах воєнного стану виступає не лише інструментом маркетингу, а й важливим механізмом антикризового управління. Вона забезпечує підвищення адаптивності бізнесу, сприяє мінімізації економічних втрат та прибутковості, формує довгострокову цінність бренду через посилення емоційного зв'язку зі споживачами. Тому актуальним заданням для власників та менеджменту суб'єктів підприємницької діяльності є створення умов розвитку креативності та її трансформування в продуктові проєкти.

Перелік посилань

1. Що таке креативність: глибоке занурення в сутність творчого мислення. Engage. URL: https://engage.org.ua/shho-take-kreatyvnist-glyboke-zanurennya-v-sutnist-tvorchogo-myslennya/.

2. Шкафер В. В. Креативне підприємництво як феномен сучасної філософії бізнесу. Politology bulletin. 2025. Вип. 94. С. 58–69. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pv_2025_94_6.

3. Данкевич А. Є., Ганжуренко І. В., Данкевич В. Є. Креативна неоекономіка та етика штучного інтелекту в умовах змін: цифровий, інноваційно-інвестиційний та соціально-етичний аспекти бізнесу. Економічний простір. 2025. № 201. С. 42–50. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecpros_2025_201_9.

4. Гринько Т. В., Петриняк У. Я., Пацула Ю. Б. Динамічне відновлення креативності бізнес-структур – основний акцент позитивних змін. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2025. № 2. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2025_2_10.

5. Акімова Л. М., Герман А. В. Роль малого бізнесу у формуванні креативної економіки в Україні. Економіка, управління та адміністрування. 2023. № 3. С. 98–102. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhdtu_econ_2023_3_15.

6. Прокопенко С. Аналіз бізнес-екосистем в контексті розвитку креативних індустрій / С. Прокопенко. Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. 2024. № 6. С. 136-143. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2024_6_21.

7. Minelly Coffee 2.0. Instagram. URL: https://www.instagram.com/minelly_coffee2.0/.

8. Бізнес-ідея народилася на кухні: бренд кави Minelly вижив в окупації та продовжує дивувати споживачів. ШоТам. URL: https://shotam.info/biznes-ideia-narodylasia-na-kukhni-brend-kavy-minelly-vyzhyv-v-okupatsii-ta-prodovzhuie-dyvuvaty-spozhyvachiv/

ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА АГРОПРОМИСЛОВОГО БІЗНЕСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мороховець Вікторія Юріївна, група 076-22-3
***Науковий керівник*: доц. кафедри прикладної економіки, підприємництва та публічного управління Горпинич О.В.**

Аграрний сектор України відіграє ключову роль у становленні стійкої та екологічної економіки, оскільки він використовує багато природних ресурсів, значно впливає на довкілля; має значний внесок в економіку країни; інвестиції та створення робочих місць в агросекторі сприяють розвитку інших галузей. Разом з тим особливий галузевий характер виробництва сільськогосподарської продукції, який пов'язаний із сезонністю робіт та значною витрато місткістю обумовлює необхідність використання методів стратегічного управління. Одним із інструментів такого планування є розробка та впровадження проєктів по диверсифікації.

В загальному виді диверсифікація є процесом розвитку діяльності підприємства, що пов'язаний із збільшенням діапазону видів та проникненням в нові сфери діяльності, освоєнням нових виробництв, розширенням асортименту товару, що включає не тільки диверсифікацію товарних груп, але й розповсюдження підприємницької діяльності на нові та не пов'язані з основними видами діяльності фірми. Рішення щодо застосування диверсифікації (розширення напрямків діяльності) приймається на підставі впливу двох факторів: новий напрямок (галузь) повинна надати кращі можливості отримання прибутку в порівнянні з наявними; є можливість конкурувати з існуючими підприємствами на ринку для забезпечення економічної стійкості [1].

На думку деяких дослідників «диверсифікацію в аграрному секторі слід розглядати, як процес розширення видів діяльності підприємства». При цьому одночасно, вирішуються наступні завдання: підвищення економічної ефективності діяльності бізнесу шляхом збільшення доходів і прибутку; зменшення залежності від одного продукту чи ринку і відповідно як інструмент адаптивності в умовах ринку; забезпечення довгострокової фінансової стійкості. Теоретичними основами диверсифікації є концепції багатогалузевого розвитку, портфельного управління та адаптивного менеджменту [2, с. 165].

Погоджуємося з думкою, що «диверсифікація діяльності бізнес-суб'єктів на засадах сталого розвитку може сприяти зниженню ризикованості сільського господарства та сільських територій» [3, с. 25].

Для сільськогосподарських підприємств диверсифікація – це організаційно-економічний фактор підтримки досягнутого рівня розвитку та визначення шляхів його подальшого підвищення, зростання ефективності виробництва.

Диверсифікація сільськогосподарської діяльності сприяє більш повному та ефективному використанню потенціалу та ресурсів підприємства [4, с. 69].

Таким чином, мета диверсифікації виробничої діяльності сільськогосподарського підприємства – підвищення ефективності господарської діяльності за рахунок:

– оптимізації структурного галузевого балансу між виробництвом продукції рослинництва і тваринництва;

– створення умов для відродження окремих підгалузей, які значно скоротились або втратили рентабельність;

– диверсифікація використання наявних природно-біологічних активів;

– розширення асортименту (номенклатури) виробленої продукції, освоєння нових напрямів діяльності;

– збільшення доходів (виручки від реалізації продукції) і прибутку;

– зниження економічних ризиків за рахунок провадження господарської діяльності в декількох різних галузях;

– підвищення фінансової стійкості підприємства.

На наше переконання, принципи диверсифікації суб'єктів аграрного бізнесу на засадах сталого розвитку України полягають в наступному:

– ефективність ведення аграрного бізнесу;

– досягнення галузевого балансу;

– продовольча достатність і безпека;

– добробут населення сільських територій та умов проживання;

– екологічність аграрного виробництва.

Перелік посилань

1. Вікіпедія. Диверсифікація підприємства. URL: https://lnk.ua/qyLLb7Tqh

2. Нікітченко С.О., Желавська Н.В., Антонюк Г.О. Диверсифікація виробничо господарської діяльності аграрних підприємств в умовах трансформаційної економіки: управлінський аспект. Інвестиції: практика та досвід. 2025. № 13. С. 162-167. URL: https://nayka.com.ua/index.php/investplan/article/download/6875/6980/15226

3. Кухар О.В., Крюкова І.О., Руденко С.В. Реалізація потенціалу диверсифікації аграрного бізнесу для зниження ризиків сталого розвитку // Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 1. С. 24-28. URL: https://ujae.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/ujae_2024_r01_a3.pdf

4. Пивовар А.М. Стратегія диверсифікації діяльності сільськогосподарських підприємств як інструмент підвищення ефективності використання трудового потенціалу. Економічна наука. Економіка та держава. URL: https://surl.li/codvna

СТАН, ВИКЛИКИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОГО МАЛОГО БІЗНЕСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Півняк Василь Андрійович, група 076-24-2
***Науковий керівник*: д-р. екон. наук, зав. кафедри прикладної економіки, підприємництва та публічного управління Вагонова О.Г.**

Мікро-, малі та середні підприємства (МСП) – це основа української економіки. Вони становлять 99,98 усіх юридичних осіб і фізичних осіб-підприємців, створюють близько 64% доданої вартості та забезпечують 74% робочих місць в Україні. З початком повномасштабного вторгнення вони опинилися в найскладніших умовах: руйнування інфраструктури, релокація, втрати працівників, падіння попиту.

Малий бізнес в Україні у 2025 році переживав звуження через війну, нестабільність та економічний тиск. Попри це, бізнес виявив дивовижну стійкість, а головне з'явилися ознаки стабілізації, завдяки активним реєстраціям бізнесів, зростанню певних секторів і підтримці держави та міжнародних партнерів.

Після складного початку року, другий квартал 2025-го приніс позитивні зміни в динаміці малого бізнесу в Україні. Кількість новостворених фізичних осіб-підприємців (ФОП) перевищила кількість закритих, що свідчить про поступову стабілізацію підприємницького середовища. Динаміка підприємницької активності у першій половині 2025 року (рис. 1) засвідчила зміну загальних трендів функціонування малого бізнесу.

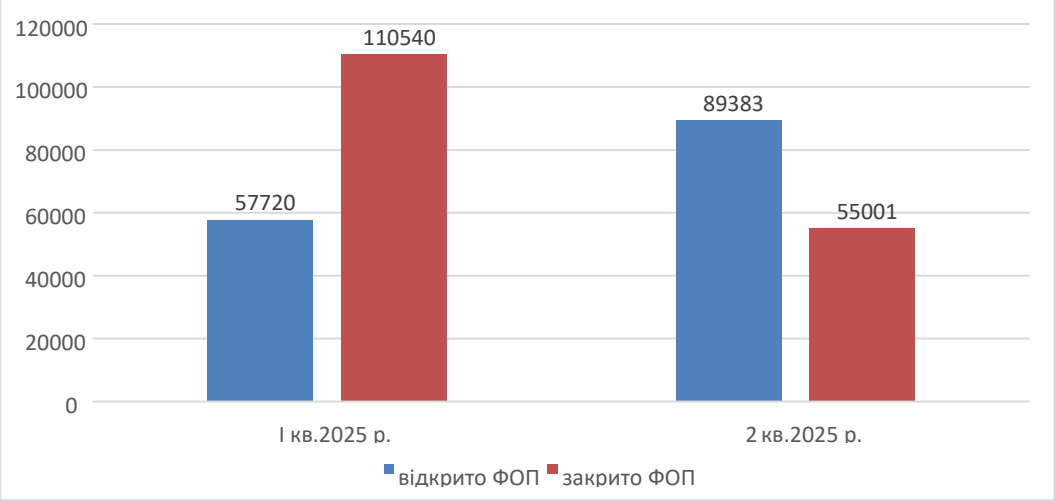


Рис.1. Динаміка відкриття та закриття малого бізнесу в Україні [1]

Якщо на початку року спостерігалося різке скорочення кількості суб'єктів підприємництва, то вже у другому кварталі відбулася стабілізація ситуації та зафіксовано позитивну динаміку зростання. У другому кварталі 2025 року спостерігається суттєве уповільнення темпів закриття фізичних осіб-

підприємців (ФОП) порівняно з кризовим періодом січня–березня. Попри те, що найбільшу кількість припинених реєстрацій традиційно зафіксовано у сфері роздрібної торгівлі (17,1 тис. ФОП), цей показник майже вдвічі нижчий від рівня першого кварталу.

За перший квартал 2026 року чистий приріст ФОПів склав понад 11 тисяч. З січня по березень відкрилоось більше субєктів малого бізнесу, ніж закрилось. Загалом 63920 ФОПів почали роботу, тоді як 52623 припинили діяльність (рис. 2). У підсумку це дало плюс 11927 нових підприємців. Найбільше зростання зафіксували у сфері онлайн-торгівлі поза магазинами, в освіті та консалтингу. Водночас падіння спостерігається у традиційній торгівлі наринках і частині офлайн-сегментів.

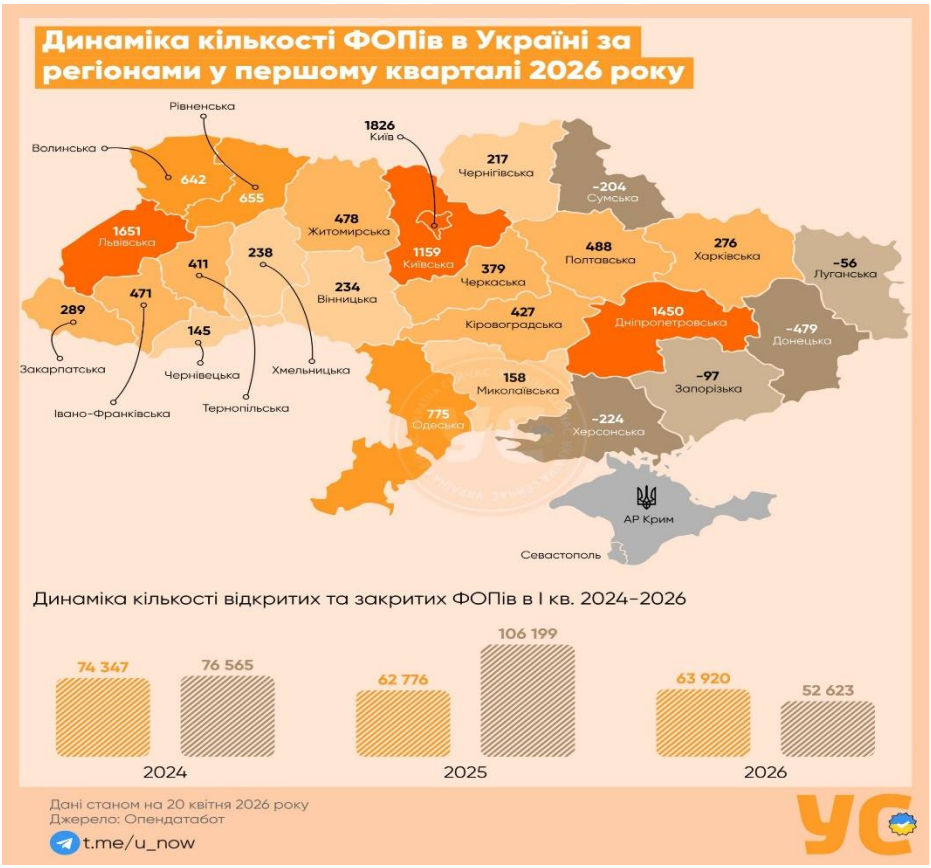


Рис. 2. Динаміка зміни кількості ФОПів в Україні

Лідером за приростом ФОПів став Київ, Львівська та Дніпропетровська області. Позитивну динаміку показали Київська та Одеська області.

За результатами низки опитувань, проведених серед малого та середнього бізнесу в 2023–2025 роках, головними викликами для МСП залишаються кадрові, безпекові та енергетичні ризики, а саме:

– нестабільність попиту і «ринкова невизначеність» (падіння платоспроможного попиту);

– брак працівників / мобілізація / відплив кадрів;

– енергетична нестабільність та перебої з постачанням електроенергії, газу тощо;

– обмежений доступ до фінансування та обігового капіталу;

– пошкодження інфраструктури та логістичні ризики (ракети, блокади, руйнування ланцюгів постачання);

– регуляторна невизначеність та адміністративні бар'єри;

– психологічне навантаження / зниження продуктивності працівників [2].

Роки 2022-2025. в Україні стали для малого бізнесу періодом високої стійкості при глибокій невизначеності. Узагальненні виокремлені тенденції розвитку малого бізнесу протягом цього періоду наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Узагальненні тенденції розвитку малого бізнесу (2022-2025 рр). [3]

Проблема	Динаміка	Характер впливу
Нестабільність ситуації	Різко зростає	Підриває стратегічне планування
Нестача клієнтів	Різко зростає	Обмежує доходи, веде до закриття бізнесу
Дефіцит кадрів	Стабільне зростання	Знижує ефективність і якість послуг
Брак фінансів	Стабільно висока	Стримує модернізацію бізнесу
Регуляторні бар'єри	Зростання після 2023 р	Посилює тиск і зменшує довіру

Попри війну, український бізнес залишається життєздатним. Опитування EBRD 2025 року показують, що більшість МСП працюють у «режимі збереження» (тобто зосереджені на виживанні, а не на розвитку), але планують розширення одразу після стабілізації ситуації. Вони бачать перспективи у:

– відновленні внутрішнього попиту;

– інтеграції до ринків ЄС (угода ACAA, доступ до європейських програм підтримки);

– розвитку «зелених» технологій і відновлюваної енергетики;

– залученні діаспори та іноземних інвесторів. Такі інвестори можуть принести не лише кошти на розвиток підприємств, а й сучасні управлінські практики, технології, а також ділові зв'язки, що допоможуть вийти на ринки інших країн [2].

Здійснений аналіз проблеми розвитку малого та середнього бізнесу в Україні дав змогу уточнити напрями подолання і мінімізації виявлених бар'єрів, зокрема через розвиток механізмів фінансової підтримки, цифровізацію бізнес-процесів, спрощення регуляторного середовища та підвищення кадрового потенціалу субєктів господарювання.

Перелік посилань

1. Полторацька О. Розвиток малого бізнесу в Україні: сучасні виклики та перспективи. Вчені записки Університету «КРОК». 2025. №4 (80). С. 11–125. URL: https://snku.krok.edu.ua/index.php/vcheni-zapiski-universitetu-krok/article/view/1137

2. Цимбала А. Стійкість малого і середнього бізнесу України у війні: виклики, політика і майбутнє. URL: https://voxukraine.org/stijkist-malogo-i-serednogo-biznesu-ukrayiny-u-vijni-vyklyky-polityka-i-majbutnye

3. Блага Н.В. Проблеми розвитку малого бізнесу в умовах невизначеності. Економіка і суспільство. 2025. Випуск 79. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/6773

ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МЕРЕЖЕВОЇ КОМПАНІЇ ПО ПРОДАЖУ ПАЛЬНОГО В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА

НТУ «Дніпровська політехніка»

Півняк Вячеслав Андрійович, група 076м-23-1
***Науковий керівник*: д-р. екон. наук, зав. кафедри прикладної економіки, підприємництва та публічного управління Вагонова О.Г.**

Конкурентоспроможність є ключовим поняттям в сучасній економіці, яке визначає здатність підприємств успішно діяти на ринку, задовольняючи потреби споживачів та забезпечуючи прибуток. Важливість конкурентоспроможності для підприємств полягає в тому, що вона дозволяє не тільки виживати в умовах жорстокої конкурентної боротьби, а й активно розвиватися, впроваджуючи нові технології, удосконалюючи процеси й підвищуючи якість товарів та послуг. Конкурентоспроможність визначає позицію підприємства на ринку і його здатність залучати та утримувати клієнтів, що, у свою чергу, є основою для його успіху і довгострокового зростання.

Формування конкурентоспроможності підприємств в умовах нестабільного ринку є складним і багатоаспектним процесом, що вимагає адаптації до змінних економічних, соціальних і технологічних умов. Нестабільність ринку, викликана економічними кризами, змінами у законодавстві, конкуренцією, коливаннями цін, політичними факторами та іншими непередбачуваними ситуаціями, робить досягнення і підтримання високого рівня конкурентоспроможності підприємства надзвичайно важливим [1].

Загальна конкурентоспроможність підприємства визначається низкою факторів, серед яких ключовими є фінансові показники, інноваційна активність, технологічні можливості, маркетингова стратегія та спроможність адаптуватися до ринкових змін. Підприємство з високим рівнем конкурентоспроможності здатне зберігати свою ринкову позицію, оперативно реагувати на зміни у попиті, стратегії конкурентів та ефективно залучати і утримувати клієнтів [2].

Оцінка конкурентоспроможності мережевих компаній, що займаються продажем пального в Україні, є складним і багатогранним процесом. На сучасному ринку функціонує кілька основних гравців, які пропонують різні види пального, зокрема бензин, дизельне паливо та скраплений газ. Конкуренція серед цих компаній зростає, що зумовлює необхідність ретельного аналізу їхніх стратегій, цінової політики, якості обслуговування та доступності продуктів [3].

Фактори, що впливають на конкурентоспроможність підприємств у сфері продажу пального, є критично важливими для досягнення успіху в цій галузі, яка характеризується високою конкуренцією та зовнішніми економічними впливами. Ринок пального підпадає під вплив глобальних цінових коливань на нафту, економічної ситуації, політичних факторів і технологічних змін, що визначає умови для ефективної роботи підприємств.

У сфері продажу пального фактори, що впливають на конкурентоспроможність, мають специфічний характер. Найбільш значущими з них є ціна, якість продукції, надійність постачання та обслуговування клієнтів. Ціна пального є критично важливою, адже споживачі завжди шукають вигідні пропозиції. Якість продукції забезпечує позитивне сприйняття бренду і готовність споживачів повертатися до нього знову. Крім того, важливими є такі фактори, як маркетингова стратегія, наявність сучасних технологій, а також здатність швидко реагувати на зміни в попиті та пропозиції на ринку. В умовах сучасного ринку, насиченого конкурентами, підприємства також повинні звертати увагу на інновації та соціально-відповідальний бізнес, що сприяє формуванню позитивного іміджу та зміцненню відносин з клієнтами.

У теоретичному контексті, формування конкурентоспроможності підприємств в умовах нестабільного ринку передбачає використання різноманітних підходів. Серед найбільш вагомих можна виділити адаптивний підхід, який акцентує увагу на здатності підприємств швидко адаптувати свої стратегії відповідно до змін на ринку. Інший важливий аспект – інноваційний підхід, який заохочує впровадження нових технологій та процесів для підвищення ефективності. Це, в свою чергу, може включати дослідження і розробку нових продуктів, поліпшення виробничих процесів або зміну стратегій просування. Крім того, соціально-економічні та екологічні фактори все більше впливають на форми ведення бізнесу, тому організації повинні враховувати ці аспекти у своїй конкурентній стратегії. В цілому, досягнення конкурентоспроможності вимагає системного підходу, що поєднує в собі аналіз внутрішніх ресурсів підприємства та зовнішніх умов, у яких воно функціонує.

Аналіз ринкової ситуації та конкурентних сил на ринку пального є критично важливим етапом для розуміння динаміки цього сектору. Ринок пального характеризується високим рівнем конкуренції, де діють численні учасники — від великих мережевих компаній до невеликих незалежних операторів. Серед основних конкурентних сил, які впливають на цей ринок, можна виділити загрозу нових учасників, силу постачальників і споживачів, а також інтенсивність конкуренції серед існуючих компаній. Конкуренція на ринку пального може посилюватися через пропозицію альтернативних видів енергії, зокрема електромобілів, що змінює споживчі переваги. Аналіз ринкової ситуації передбачає вивчення цінових трендів, обсягів споживання, регуляторних чинників та впливу макроекономічних факторів, таких як коливання цін на нафту в міжнародному контексті.

Оцінка конкурентоспроможності мережевих компаній, які займаються продажем пального в Україні, є важливим кроком у визначенні їхніх стратегій розвитку та позиціонування на ринку. Мережеві компанії можуть мати переваги у вигляді більшого обсягу продажів, розвиненої інфраструктури та сильного бренду. Оцінка конкурентоспроможності включає аналіз їхньої здатності задовольняти вимоги споживачів, якість обслуговування, цінову політику та ефективність маркетингових стратегій. Тоді як мережеві компанії мають ресурси для інвестування в нові технології та рекламні кампанії, незалежні оператори можуть конкурувати за рахунок гнучкішого підходу до потреб споживачів. Та-

ким чином, важливо враховувати як внутрішні, так і зовнішні чинники, що впливають на їх конкурентоспроможність у всіх аспектах діяльності.

Розробка рекомендацій щодо вдосконалення стратегій конкурентоспроможності мережевих компаній є важливим напрямком для підвищення їхньої ефективності на ринку пального. Перш за все, компанії повинні зосередити увагу на розробці унікальних пропозицій для споживачів, що включає не лише конкурентоспроможні ціни, але й якісне обслуговування, а також різноманітність продуктового асортименту. Важливо також впроваджувати програми лояльності, які сприятимуть утриманню клієнтів. Додатково, компанії можуть нарощувати свою присутність в онлайн-середовищі, розвиваючи цифрові платформи для продажу пального, інформаційні системи для моніторингу та аналізу споживацької поведінки, що допоможе адаптувати пропозиції до змінюваних потреб клієнтів.

Впровадження інноваційних технологій та оптимізація бізнес-процесів є ще одним важливим фактором, що сприяє покращенню конкурентоспроможності мережевих компаній на ринку пального. Сучасні технології, такі як автоматизація управлінських процесів, використання аналітики для вивчення споживчої поведінки та інтеграція нових платіжних систем, можуть значно підвищити ефективність операцій. Крім того, інновації можуть включати розвиток екологічних та енергоефективних рішень, що не тільки відповідають сучасним вимогам, але й сприяють формуванню позитивного іміджу компаній. Впровадження нових бізнес-моделей, що базуються на цифрових технологіях, таких як електронна комерція та мобільні додатки, дозволяє залучати нових клієнтів і підвищувати рівень обслуговування. Таким чином, компанії, які активно впроваджують інновації, здатні швидше реагувати на зміни ринку і підтримувати свою конкурентоспроможність.

Перелік посилань

1. Управління конкурентоспроможністю підприємства: навч. посіб. / Г.З.Леськів, В.І Франчук., Г.Я.Левків, В.В Гобела. Львів. 2022. 220 с. URL: https://dspace.lvduvs.edu.ua/handle/1234567890/5049

2. Управління організацією: навч. посіб. / Балановська Т.І., Гогуля О.П., Кубіцький С.О., Михайліченко М.В., Троян А.В. Київ. 2021. 464 с. URL: https://nubip.edu.ua/navchalno-metodychni-vydannya

3. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. URL: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Слєпова Дар'я Олександрівна, група 113-24-1 ФІТ
***Науковий керівник:* проф. Кагадій Тетяна Станіславівна**

Методи апроксимації відіграють важливу роль у техніко-економічних розрахунках при веденні бізнесу в сфері електропостачання, де функція зазвичай задана таблично, а її аналітичний вираз невідомий. Загальна задача апроксимації полягає у знаходженні наближеного виразу $y = f(x)$ у вигляді многочлена ступеня n - $P_n(x)$. При цьому значення n визначається заданою точністю апроксимації. Графічно це означає побудову параболи, що проходить максимально близько до всіх розрахункових або експериментальних точок.

Згідно з методом найменших квадратів найкращою кривою є та, для якої сума квадратів відхилень мінімальна.

Нехай задана емпірична функція:

x_i	x_1	x_2	x_3	…	x_{n-1}	x_n
y_i	y_1	y_2	y_3	…	y_{n-1}	y_n

Для простоти припустимо, що дану емпіричну функцію можна апроксимувати многочленом другого ступеня $y = a + bx + cx^2$.

Коефіцієнти *a, b, c* розраховуються таким чином, щоб графік многочлена проходив з мінімальним відхиленням від кожної точки табличних значень (x_i, y_i). Позначивши відхилення як $\varepsilon_i = a + bx_i + cx_i{}^2 - y_i$. Найкращими значеннями коефіцієнтів *a, b, c* будуть такі, для яких $\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i{}^2$ буде найменшою: $\sum_{i=1}^{n}(a + bx_i + cx_i{}^2 - y_i)^2 = min\, f(a,b,c)$. Для того, щоб функція $f(a,b,c)$ мала найменше значення, необхідно, щоб

$$\frac{\partial f}{\partial a} = 0; \frac{\partial f}{\partial b} = 0; \frac{\partial f}{\partial c} = 0.$$

Отримана нормальна система рівнянь містить кількість невідомих (*a, b, c*), що дорівнює числу рівнянь. Після визначення коефіцієнтів методом найменших квадратів та знаходження похідної $P'_2(x)$, розв'язують рівняння $P'_2(x) = 0$ для пошуку точки екстремуму – це буде відповідати, наприклад при прийнятті рішення: 1) вибору економічно доцільної напруги для системи електропостачання; 2) вибору потужності трансформаторів; 3) вибору економічно доцільного перерізу дротів і жил кабелів.

Задача 1. В результаті розрахунку отримана залежність річних експлуатаційних витрат $З_i$ від перерізів жил кабелю S_i:

S_i, мм^2		10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
$З_i$, тис. грн.		360	340	320	290	280	270	300	340	400	470

Розв'язання. По розташуванню точок на площині видно, що задану функцію можна апроксимувати многочленом другого ступеня $З = a + bS + cS^2$.

Складемо систему рівнянь, що характеризують відхилення:

$\varepsilon_1 = a + 10b + 100c - 360;$ $\varepsilon_2 = a + 16b + 256c - 340;$

$\varepsilon_3 = a + 25b + 625c - 320;$ $\varepsilon_4 = a + 35b + 1225c - 290;$

$\varepsilon_5 = a + 50b + 2500c - 280;$ $\varepsilon_6 = a + 70b + 4900c - 270;$

$\varepsilon_7 = a + 95b + 9025c - 300;$ $\varepsilon_8 = a + 120b + 14400c - 340;$

$\varepsilon_9 = a + 150b + 22500c - 400;$ $\varepsilon_{10} = a + 185b + 34225c - 470.$

Запишемо нормальну систему, користуючись уже відомими правилами:

$$\begin{cases} 10a + 756b + 89756c - 3370 = 0; \\ 756a + 89856b + 12823596c - 276340 = 0; \\ 89756a + 12823596b + 1998638036c - 35390540 = 0. \end{cases}$$

Для розв'язання системи застосуємо метод Гауса. Отримуємо c = 0,02, b = -3, a = 384. Апроксимуючий многочлен отримуємо у вигляді $З = 384 - 3S + 0{,}02S^2$. Знаходимо точку екстремуму: $З' = -3 + 0{,}04S = 0$, так що S_e = 75 мм^2, у цій точці функція витрат мінімальна.

Розрахунки за допомогою метода найменших квадратів можуть бути проведені в MS Excel (рис.1).

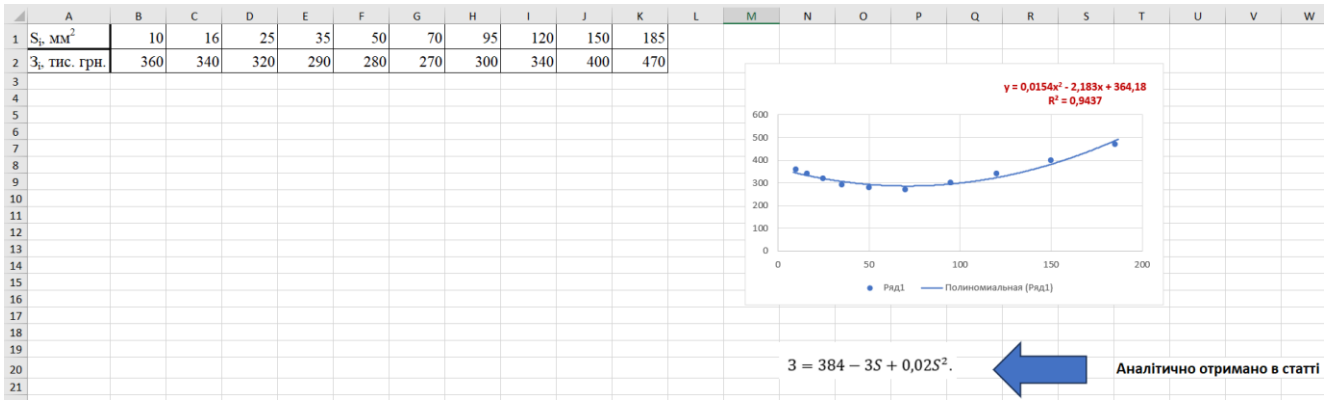


Рис. 1 Обчислення до задачі 1

Задача 2. Нехай при потужності, що передається, S = 5000 кВ*А, вартості електроенергії 8 грн. за 1 кВт*год та інших конкретних умовах шляхом розрахунку отримана залежність річних експлуатаційних витрат $З_i$ від перерізу жили мідного кабелю S_i:

S_i, мм^2	10	16	25	35	50		
$З_i$, тис. грн.	82360	45052	32059	25846	17735		
S_i, мм^2	70	95	120	150	185	240	300
$З_i$, тис. грн.	12319	9903	7556	6638	5865	6000	6775

Потрібно знайти економічно доцільний переріз жили кабелю.

Розв'язання. Очікується, що крива річних експлуатаційних витрат має мінімум. По розташуванню точок на площині видно, що цілком допустима квадратична апроксимація функції у вигляді

$$З = a + bS + cS^2.$$

Після складання системи рівнянь для відхилень, сформуємо нормальну систему рівнянь:

$$\begin{cases} 10a + 1270b + 237000c - 131247 = 0; \\ 1270a + 273000b + 53642500c - 10879295 = 0; \\ 237000a + 53642500b + 13416322500c - 1661758175 = 0. \end{cases}$$

Знайдені методом Гаусса коефіцієнти a = 34444, b = -305, c = 0,7 дають модель $З = 34444 - 305S + 0{,}7S^2$. Аналіз відхилень отриманого многочлена від експериментальних даних свідчить про низьку точність квадратичної апроксимації навіть без розрахунку середньоквадратичної помилки. Для покращення результату проведемо повторний розрахунок за допомогою многочлена третього ступеня: $З = a + bS + cS^2 + dS^3$. На основі методу найменших квадратів, одразу запишемо нормальну систему рівнянь:

$$\begin{cases} a + 127b + 237 \cdot 10^2 c + 53632 \cdot 10^2 d - 13125 = 0; \\ 127a + 237 \cdot 10^2 b + 53642 \cdot 10^2 c + 13416 \cdot 10^5 d - 10879 \cdot 10^2 = 0; \\ 273a + 53462b + 13416 \cdot 10^3 c + 36536 \cdot 10^5 d - 16617 \cdot 10^2 = 0; \\ 53642a + 13416 \cdot 10^3 b + 35536 \cdot 10^5 c + 97544 \cdot 10^7 d - 35519 \cdot 10^4 = 0. \end{cases}$$

Розв'язуємо нормальну систему методом Гауса. Отримуємо d = -0,005, c = 3,2, b = -627, a = 44068.

Таким чином, знаходимо апроксимуючий многочлен третього ступеня у вигляді $З = 44068 - 627S + 3{,}2S^2 - 0{,}005S^3$. Якщо порівняти вихідні дані та відхилення розрахункових даних від них, то видно, що даний многочлен достатньо добре апроксимує задану емпіричну функцію.

Знайдемо точку екстремуму отриманої кубічної параболи з умови $З' = -536 + 5{,}2S - 0{,}012S^2 = 0$. Отримуємо S_{min} = 170 мм^2 – економічно доцільний переріз.

Дослідження процесу в MS Excel за допомогою ліній тренду дозволяє порівняти величини вірогідності апроксимації (R^2) та обрати найбільш адекватну модель (рис. 2).

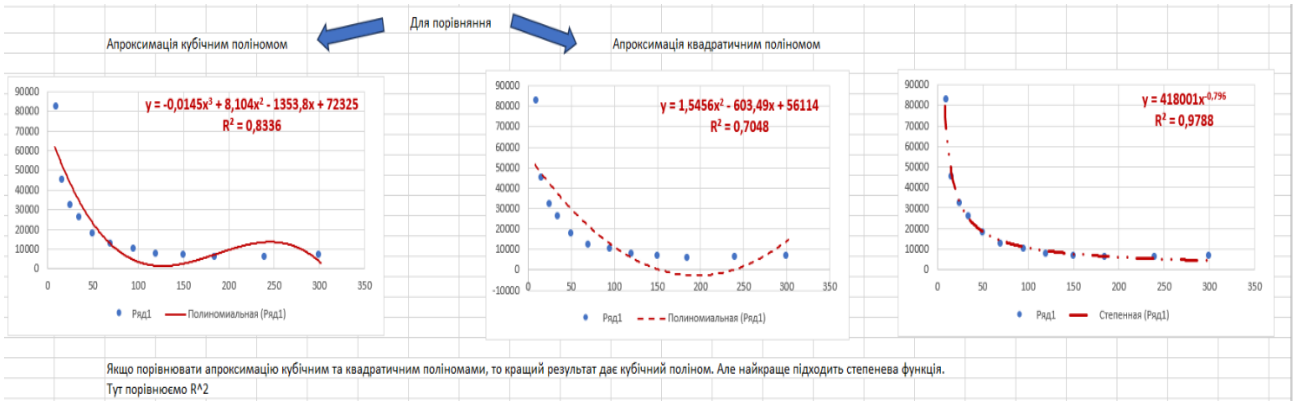


Рис. 2 Дослідження процесу за допомогою лінії тренду в MS Excel.

Застосування математичного моделювання та запропонованих методів розрахунку дозволить підприємцю приймати обґрунтовані управлінські рішення.

ХІМІЧНІ, БІОХІМІЧНІ ТА МЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ СКЛЯНИХ ВІДХОДІВ У ПЕРІОД ВОЄННОГО ТА ПОВОЄННОГО ЧАСУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гіргірчик Софія Дмитрівна, група ХТм-25-1
***Науковий керівник*: д.т.н., доц. Свєткіна Олена Юріївна,**
стар. викл. Черданцева Ксенія Олександрівна
ас. Тарасова Ганна Володимирівна

Розробка нових матеріалів з метою переробки склобою становить значний інтерес у різних галузях промисловості. Склобій часто має серйозний вплив на навколишнє середовище, тому виникає необхідність утилізації відходів скла, які утворюються як у промисловості, так і внаслідок військового конфлікту на сході України. Актуальність роботи полягає в отриманні композиційних матеріалів із використанням відходів скла.

Скло використовується в різних сферах нашого життя, як у побуті, так і в промисловості. Скло містить некристалічні силікати, що складаються з оксидів CaO, Na_2O, K_2O та Al_2O_3.

В останніх дослідженнях основна увага приділяється частковій заміні традиційних матеріалів наповнювачами, отриманими із відходів промисловості. Це призводить до розробки технологічних альтернатив для переробки та навіть споживання сировини для збереження ресурсів для майбутніх поколінь та збереження навколишнього середовища.

У деяких випадках з'являлися можливості для розробки нових матеріалів і виробів, які мають аналогічні або навіть перевершують фізико-механічні характеристики порівняно з традиційними матеріалами та виробами. Скло у вигляді порошку є залишком, який не може бути повторно використаний у самому промисловому процесі, тому що порошок при змішуванні з сировиною для виробництва скла знаходиться у зваженому стані у повітрі через дії пальників, які діють на складові суміші, щоб розплавити їх. Скляний пил також може утворювати бульбашки у матеріалі через великий об'єм повітря, адсорбованого на поверхні частинок.

Тому з огляду на деякі важливі властивості скла необхідно підкреслити, що, згідно з [1], дані відходи можуть бути використані у різних композиційних матеріалах. Скляний порошок, також відомий як «скляна фритта» або «скляний флюс», – це скло, яке подрібнене на дуже дрібні частинки із типовим середнім розміром зерен від 30 мкм до 0,1 мкм. Також можливі індивідуальні розміри або розподіл. Властивості скляного порошку випливають із ідентичності самого скла, а також розміру частинок і морфології. Залежно від складу спеціальні скляні порошки можуть задовольняти різноманітні вимоги.

Широкий діапазон властивостей робить спеціальні скляні порошки надзвичайно універсальним матеріалом, який служить широкому спектру випадків використання та застосувань.

Нано- та макропористі скляні порошки пропонують чудові властивості поглинання та розділення, що ідеально підходить для таких застосувань, як фільтрація, хроматографічне розділення або як носій для рідин і активних речовин.

Матеріали на основі полімерів можна покращити за допомогою термостабільності або оптичних характеристик, тоді як скло можна покращити за допомогою функцій механічної чи хімічної стійкості. Деякі типи скла навіть мають (ре-)активні властивості, такі як біоактивність або виділення іонів. Приклади застосування включають реставрацію зубів, косметику, медичні та полімерні композити.

Тому метою роботи є розробка технології утилізації, отримання скляного порошку із використанням механохімічної активації та використання його у технології виробництва композиційних матеріалів.

Для досягнення цієї мети у роботі було застосовано механохімічну активацію склобою на лабораторній установці, сконструйованій у НТУ «Дніпровська політехніка». Особливістю таких дробарок є ударний характер застосування навантаження до дрібного матеріалу. У загальному вигляді конструктивна схема вібродробилки є коливальною системою, в якій щікам передаються коливання з частотою 16 – 32 Гц [2].

Результати одержання скляного порошку з побутових пляшок представлені на рисунках. 1, 2.



Рис. 1 Характеристика крупності подрібненого скла



Рис. 2 Товарний вигляд дробленої пляшки

В результаті експериментальних даних було показано в роботі [16], що скляний порошок (СП) може бути застосований для отримання різних марок бетону. Найбільш поширеною в'яжучою речовиною, що застосовується у будівництві, є портландцемент. Залежно від призначення застосовують портландцемент марок М 300, 400, 500.

На першому етапі проводився підбір складу композиційному бетону на основі раціонального співвідношення суміші «Цемент : СП». Виготовлення бетонних сумішей та цементного тіста проводилося відповідно до ДСТУ Б В.2.7–92–99. У таблиці 1 наведені склади легкого бетону та його основні фізико-механічні характеристики.

Таблиця 1.

Фізико – механічні властивості в'яжучих матеріалів на скляному порошку

№ досвіду	Витрата матеріалів на 1 м^3			Основні характеристики та властивості					
	Цемент, кг	Скляний порошок (СП), кг	Вода, л	Щільність, кг/м^3	Міцність на вигин, МПа	Міцність на стиск, МПа	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м·°С	Водопоглинання за обсягом, %	Морозостійкість, цикл
1	300	350	360	750	1,9	7,5	0,16	5	25
2	250	360	360	696	1,7	6,5	0,15	6	25
3	210	380	370	650	1,3	4,8	0,14	6	25
4	190	380	365	620	9,0	4,0	0,14	6	25
5	160	370	330	600	7,0	3,3	0,14	6	25
6	120	390	340	540	6,0	2,6	0,12	7	25
7	100	396	340	530	4,5	1,3	0,12	7	25
8	80	400	360	510	3,5	0,9	0,12	8	25

Таким чином, отримано композиційні бетони, властивості яких не поступаються характеристикам легких марок.

Висновки

1. Отримано бетон, на основі скляного порошку з активованого склобою, якій можливо використовувати для приготування легких бетонів, зовнішніх стінових конструкцій, дрібних стінових блоків, а також в монолітному будівництві. У порівнянні з відомими складовими керамзитобетону, склади, що включають СП, дозволяють при збереженні технічних характеристик заощадити від 20 до 30 % в'яжучого.

2. Механоактивація СП дозволяє покращити значення водопоглинання, а також підвищити його міцність за рахунок утворення нових ефективних зв'язків, що призводить до покращення фізико-механічних властивостей в'яжучих матеріалів на їх основі.

Перелік посилань

1. Armando C. Souza, Mayara F. Pereira, Luiz C. Mossin. Thermal and mechanical characterization of blindex glass powder residue® for the production of ecological coating. Journal of Materials Research and Technology, 2021, V. 12, P. 1794-1803, ISSN 2238-7854, https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.03.099 (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785421003264)

2. V PFranchuk, O V Fedoskina, O Yu Svietkina, V O Fedoskin and M.M..Yerisov. Prospects for the use of a vibratory jaw crusher with an inclined crushing chamber for processing of brittle materials. 2023; *IOP Conf. Cep.: Earth Environ. наук.* **1254** 012049 **DOI** 10.1088/1755-1315/1254/1/012049.

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ НАПОВНЮВАЧА-СТАБІЛІЗАТОРА ДЛЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гловацька Вікторія Василівна, група 161-23з-1
***Науковий керівник*: д.т.н., доц. Свєткіна Олена Юріївна,**
ас. Тарасова Ганна Володимирівна

Нова епоха у розвитку матеріалів розпочалася з розробки та застосування композитів, що мають таке поєднання фізико-механічних властивостей, яке неможливо досягти у традиційних конструкційних матеріалах. За визначенням, композиційний матеріал являє собою гетерогенну систему, що складається з декількох фаз, які мають різну фізико-хімічну природу, для якої характерна наявність розвинених внутрішніх поверхонь розділу, градієнтів концентрацій і внутрішніх напружень.

Будь-який композиційний матеріал можна уявити як поєднання матриці та наповнювача. Успіх створення композиційних матеріалів залежить від забезпечення контрольованої фізико-хімічної взаємодії матриці та наповнювача [1].

Застосування композиційних матеріалів на основі полімерів та сополімерів вінілхлориду обмежується через їхню низьку термостабільність. Крім того, додавання різних цільових добавок до ПВХ-композицій знижує власну вогнестійкість полімеру.

Традиційним наповнювачем, який також виконує роль антипірену-стабілізатора, є оксид сурми, що використовується в кількості 1–7 %. Новим наповнювачем-антипіреном є «Даусоніт» – складна сіль гідратованого карбонату натрію-алюмінію.

Незважаючи на те, що бікарбонати натрію та калію, а також карбонати амонію входять до складу багатьох сухих порошкоподібних вогнегасних матеріалів, їх не можна застосовувати у більшості полімерних матеріалів через низьку температуру розкладання.

У даній роботі досліджувалася можливість отримання ефективних стабілізаторів шляхом активації вапняку ($CaCO_3$) у вертикальному вібраційному млині (МВВ), створеному в НГУ. Важливим фактором, що впливає на ефективність процесу подрібнення в МВВ, є зазор Δ між верхнім шаром куль і кришкою подрібнювальної камери, що встановлюється під час підготовки випробувань залежно від ступеня заповнення камери кулями. Від нього залежить енергонапруженість технологічної маси, що бере участь у процесі подрібнення.

Механохімічну активацію матеріалів проводили у вертикальному вібраційному млині, основною перевагою якого є скорочення часу подрібнення порошків – з одного боку, а з іншого – віброударний вплив на матеріал, що руйнується, дозволяє впливати на нього з проникненням зони деформації на весь об’єм частинки. Це забезпечить, у свою чергу, не тільки поверхневу активацію матеріалу, але й порушення внутрішньої структури частинок і, отже, проникнення активної зони на велику глибину.

Для визначення константи диспергування застосовували метод оцінки гранулометричного складу порошків за питомою поверхнею, яка є зручною характеристикою дисперсності.

Визначали питому поверхню за опором фільтрації розрідженого газу. В основу методу покладено розвинену Б.Н. Дерягіним теорію течії розрідженого газу через систему твердих куль, коли довжина пробігу молекул газу набагато більша за відстань між кулями (режим течії Кнудсена). Похибка методу 1%.

Середній розмір подрібнених частинок визначали за даними, отриманими на «SK MICRON LAZER».

На рис. 1 показано кінетичну криву подрібнення $CaCO_3$.

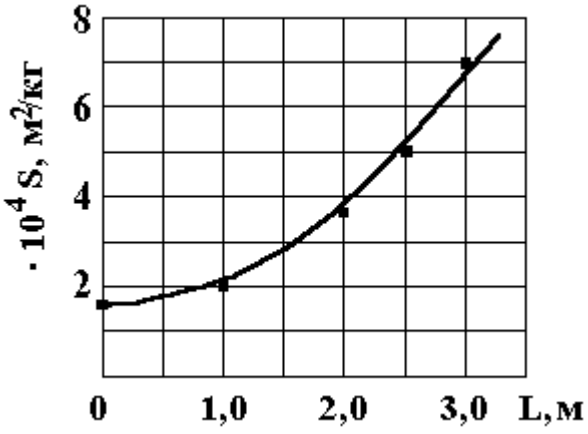


Рис. 1 Кінетична крива диспергування вапняку

Утворення активованого стану тісно пов’язане з енергетичними характеристиками матеріалу. У зв’язку з цим було використано універсальний метод дослідження енергетичних характеристик матеріалів шляхом потенціометричних вимірювань у суспензіях з індиферентним електродом. Метод потенціометричних вимірювань дозволяє розраховувати потенціальну криву та сумарний адсорбційний потенціал.

Дані показують, що в результаті механічної обробки утворюються сполуки, які мають ендотермічні ефекти. На поверхні наповнювача вапняку під дією вібронавантаження утворюються спеціальні бар’єрні шари, що перешкоджають хімічній взаємодії з матрицею при високих температурах.

Відомо, що під час термодеструкції відбуваються як мономолекулярні, так і радикальні ланцюгові реакції. Під час механохімічної активації на поверхні активованого матеріалу відбувається руйнування поверхневих шарів, що мають значний надлишок вільної енергії. Локалізація поверхневих атомів у незвичайних положеннях призводить до зміни в них розподілу електронів. За рядом ознак структура на поверхні таких матеріалів подібна до тієї, що досягається обробкою твердих тіл опроміненням у реакторах, тобто відбувається конфігураційна зміна стану поверхневих атомів.

Як правило, промислові стабілізатори погіршують фізико-механічні властивості композиційних матеріалів. Однак у разі застосування комплексних стабілізаторів на основі активованого вапняку спостерігається підвищення цих показників.

Оцінку стабілізуючого ефекту проводили за допомогою УФ-спектроскопії. Одним з основних показників ефективності стабілізаторів є їхня здатність запобігати утворенню подвійних зв’язків. Утворення полієнових послідовностей є наслідком відщеплення хлористого водню від макроланцюга, повністю зупинити цей процес неможливо. Тому про активність стабілізаторів судять за довжиною полієнових послідовностей, що утворюються в деструктурованому полімері. Чим вища стабілізуюча ефективність введеного стабілізатора, тим більший внесок коротких полієнових послідовностей у ланцюг сполучення подвійних зв'язків.

Висновки:

Механохімічна активація $CaCO_3$ призводить до зміни енергетичних характеристик вихідного матеріалу. Зміна фізико-хімічної структури $CaCO_3$ призводить до утворення в приповерхневому шарі активних частинок, які є інгібіторами процесу ДГХ. Таким чином, методом вібронавантаження $CaCO_3$ можна отримати наповнювач-стабілізатор для композиційних матеріалів на основі ПВХ, який є більш ефективним, ніж широко застосовуваний у промисловості стабілізатор на основі карбонатів.

Перелік посилань

1. Mohd Sabee, M. M. S., Itam, Z., Beddu, S., Zahari, N. M., Mohd Kamal, N. L., Mohamad, D., Zulkepli, N. A., Shafiq, M. D., & Abdul Hamid, Z. A. (2022). Flame Retardant Coatings: Additives, Binders, and Fillers. *Polymers*, *14*(14), 2911. https://doi.org/10.3390/polym14142911.

CAPABILITIES OF THE MATLAB ENVIRONMENT IN MODELING BIOMEDICAL SYSTEMS AND THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Dnipro University of Technology

Oleksandra Huz, group 163-24-1
Scientific advisor: **Senior lecturer Trofymova Olena**

Modern biomedical engineering involves the use of highly efficient computer modeling methods for the design and analysis of complex medical devices. Using the MATLAB environment allows engineers to apply the concept of model-based design, which significantly simplifies the development of prostheses and exoskeletons. Biomedical systems, particularly the human musculoskeletal system, are characterized by high-dimensional nonlinearity and multiphysics. Since tissue characteristics are individual, there is a need to create personalized models based on the anthropometric data of a specific patient, for which appropriate algorithmic tools are being developed [7].

For solving these problems, the MATLAB software environment provides a unique set of mathematical tools. Compared to traditional CAD systems, MATLAB, when used in conjunction with Simulink and Simscape, enables comprehensive modeling of the dynamics of spatial motion and the simultaneous development of control systems. In addition to pure biomechanics, the platform is actively used in computational biology for the analysis of cellular reactions and includes specialized tools for processing physiological signals [3]. The main capabilities of the MATLAB environment used for modeling biomedical systems are listed in Table 1 [5].

Table 1

The main capabilities of the MATLAB environment used for modeling biomedical systems

Tool / Toolbox	Primary Mathematical Purpose	Application in Musculoskeletal and Prosthetics Modeling
Simscape Multibody	Modeling of 3D kinematics and rigid body dynamics	Calculation of ground reaction forces, simulation of limb movements
Control System Toolbox	Design and tuning of automatic control systems	Development of algorithms for bionic system motors
Signal Processing Toolbox	Noise filtering, spectral analysis of signals	Processing of EMG and ECG signals for medical diagnostics
Optimization Toolbox	Finding optimal parameters for multivariable systems	Trajectory optimization to minimize energy expenditure

In musculoskeletal biomechanics, MATLAB combines global motion analysis with local modeling. For large-scale studies, the environment integrates with OpenSim (the BOPS toolkit) and utilizes specialized packages such as LLMKA [8]. At the same time, the core engine enables the solution of local dynamics problems. A typical example is the calculation of the reaction of a carbon prosthetic foot to an

impact load. Solving the differential equation of a spring-damper system (taking into account mass, stiffness, and damping) allows for a visual assessment of the damped oscillations and shock-absorbing properties of the foot (Fig. 1) without costly physical testing [1].

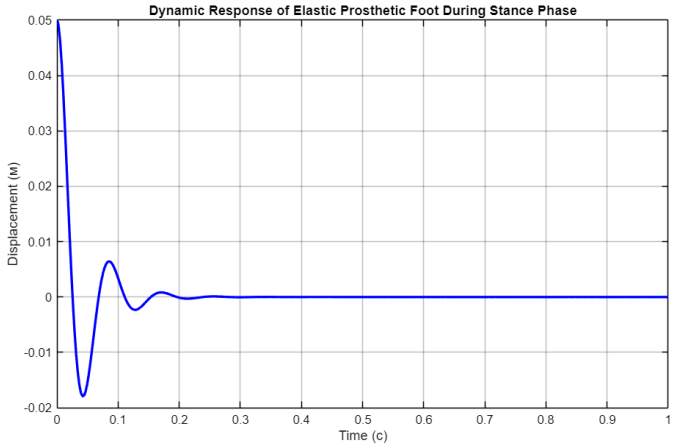


Fig. 1 Damped oscillations of the elastic prosthetic foot during the stance phase

In addition to traditional two-dimensional graphs (Fig. 1), MATLAB offers the Mechanics Explorer tool for generating real-time 3D animations of a simulated mechanism's motion. The platform's effectiveness is best demonstrated by cutting-edge global developments in the field of prosthetics. In particular, the Applied Physics Laboratory (APL) at Johns Hopkins University used the platform to create the bionic arm "LUKE Arm," implementing algorithms to decode user intentions from neural implants. An example of an interface developed in MATLAB for visualizing and configuring the kinematic parameters of such a prosthesis is shown in Fig. 2 [2].

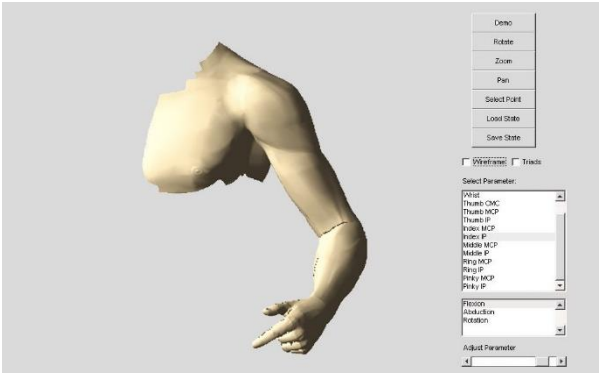


Fig. 2 MATLAB-based user interface for configuring prosthesis parameters [2]

Another significant area of scientific research is the personalization of treatment and rehabilitation measures. For example, as part of the development of the Neuro-Musculoskeletal Modeling (NMSM) Pipeline, researchers created individualized models of patients who had suffered a stroke. Thanks to optimal control algorithms and analysis of clinical data (EMG), it was possible to accurately predict the distribution of muscle effort. This allowed for the prediction of

improvements in patients' walking speed without excessive energy expenditure, which is critically important for designing effective rehabilitation therapy [6].

The conducted analysis demonstrates that MATLAB is a powerful instrument that enables the high-level solution of a spectrum of biomedical engineering tasks. Its application covers key development stages: from physiological signal processing to control system design and 3D modeling of the musculoskeletal system. The Model-Based Design approach increases calculation accuracy, reduces costs, and is a prerequisite for creating reliable, personalized medical technologies.

References

1. Suzanna N., et al. Modeling and analysis of engineering systems in the MATLAB environment. Journal of Applied Sciences and Engineering Technology. URL: https://semarakilmu.com.my/journals/index.php/applied_sciences_eng_tech/article/view/12380 (access date: 29.03.2026).

2. MathWorks. MATLAB in Computational Biology. URL: https://www.mathworks.com/company/technical-articles/matlab-in-computational-biology.html (access date: 30.03.2026).

3. MathWorks. Biomedical Signal Processing. URL: https://www.mathworks.com/discovery/biomedical-signal-processing.html (access date: 30.03.2026).

4. Bedo B. L. S., Mantoan A., Catelli D. S. BOPS: A Matlab toolbox to batch musculoskeletal data processing for OpenSim. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 2021. URL: https://www.researchgate.net/publication/348394082_BOPS_a_Matlab_toolbox_to_batch_musculoskeletal_data_processing_for_OpenSim (access date: 30.03.2026).

5. Li S., Nie Y., Wang J., K. Li. LLMKA: A Matlab-based toolbox for musculoskeletal kinematics analysis of lower limbs. URL: https://www.researchgate.net/publication/360654861_LLMKA_A_Matlab-based_toolbox_for_musculoskeletal_kinematics_analysis_of_lower_limbs (access date: 30.03.2026).

6. Nema M. N., Abada H. H. Dynamic Model Design and Controller Development of Lower Limb Prosthesis Through Matlab Simscape Multibody Toolbox. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*. 2024 URL: https://www.researchgate.net/publication/384858525_Dynamic_Model_Design_and_Controller_Development_of_Lower_Limb_Prosthesis_Through_Matlab_Simscape_Multibody_Toolbox (access date: 31.03.2026).

7. MathWorks. Developing the World's Most Advanced Prosthetic Arm Using Model-Based Design. URL: https://www.mathworks.com/company/technical-articles/developing-the-worlds-most-advanced-prosthetic-arm-using-model-based-design.html (access date: 31.03.2026).

8. Hammond CV, Williams ST, Vega MM, Ao D, Li G, Salati RM, Pariser KM, Shourijeh MS, Habib AW, Patten C, Fregly BJ. The Neuromusculoskeletal Modeling Pipeline: MATLAB-based model personalization and treatment optimization functionality for OpenSim. J Neuroeng Rehabil. 2025 May 19;22(1):112. DOI: 10.1186/s12984-025-01629-5.

ГІДРОЛІЗ КЛАСТЕРНОЇ СПОЛУКИ РЕНІЮ(III) З ТРЕОНІНОМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дружко Дарина Олександрівна, група 161-24-1
***Наукові керівники:* к.хім.н., доц. Овчаренко Аліна Олександрівна;**
к.хім.н, зав. каф. Пантелеєва Ольга Сергіївна;
к.хім.н., ст. викл. Черданцева Ксенія Олександрівна

Сучасна біонеорганічна хімія розглядає кластерні сполуки диренію(III) з кратним зв'язком метал-метал як перспективну основу для створення цитотоксичних засобів нового покоління. На відміну від класичних препаратів платини, сполуки ренію демонструють значно нижчу загальну токсичність та здатність до синергізму з іншими хіміопрепаратами.

Використання протеїногенних амінокислот у якості лігандів є стратегічно важливим: вони забезпечують високу біосумісність комплексів, сприяють їхній адресній доставці до пухлинних клітин та можуть модифікувати біологічний відгук організму. Зокрема, введення амінокислот з додатковими функціональними групами відкриває можливості для додаткових взаємодій з біомакромолекулами.

Однак ефективність таких потенційних препаратів безпосередньо залежить від їхньої стабільності у фізіологічних рідинах. Процес гідролізу у водних розчинах є визначальним фактором, що контролює перетворення «проліки» на активну форму або її повну деградацію. Вивчення кінетики та механізмів трансформації галогенокарбоксилатів диренію(III) дозволяє не лише оцінити термін життя комплексу в організмі, а й спрогнозувати механізм його взаємодії з ДНК та протеїнами крові.

Дослідження стійкості комплексної сполуки диренію(III) проводили у 0,9% розчині NaCl (фізіологічний розчин). Вибір середовища зумовлений його моделлю як базового електроліту, що, на відміну від фосфатних буферів, не виявляє конкурентної координаційної здатності до кластерного фрагмента Re_2^{6+}. Значення pH ≈ 5,5 відповідає умовам слабкокислого мікрооточення деяких тканин та забезпечує відтворюваність експерименту. Оскільки сполуки *цис*-конфігурації традиційно демонструють вищу біологічну активність, об'єктом дослідження було обрано *цис*-$[Re_2(Thr)_2Cl_4\cdot(CH_3CN)_2]Cl_2$. Методика синтезу досліджуваної сполуки приведена у статті [1]. Обраний комплекс цікавий амінокислотою треоніном, де у складі є додаткова реакційна група ОН.

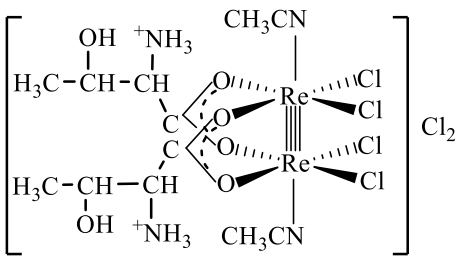


Рис. 2 Графічна формула сполуки цис-$[Re_2(Thr)_2Cl_4(CH_3CN)_2]Cl_2$

Методом електронної спектроскопії поглинання (ЕСП) контролювали стан квадрупольного зв'язку Re–Re за інтенсивністю характеристичного δ→δ*-електронного переходу. Встановлено, що у фізіологічному розчині відбувається поступове зниження оптичної густини максимуму при 16670 см$^{-1}$ (рис. 2). Протягом 6 діб спостерігалося повне знебарвлення розчину з випаданням темно-коричневого осаду ReO_2, що свідчить про глибокий гідроліз та руйнування кластерного ядра. Розрахований період напівперетворення склав $\tau_{1/2}$ = 2 доби.

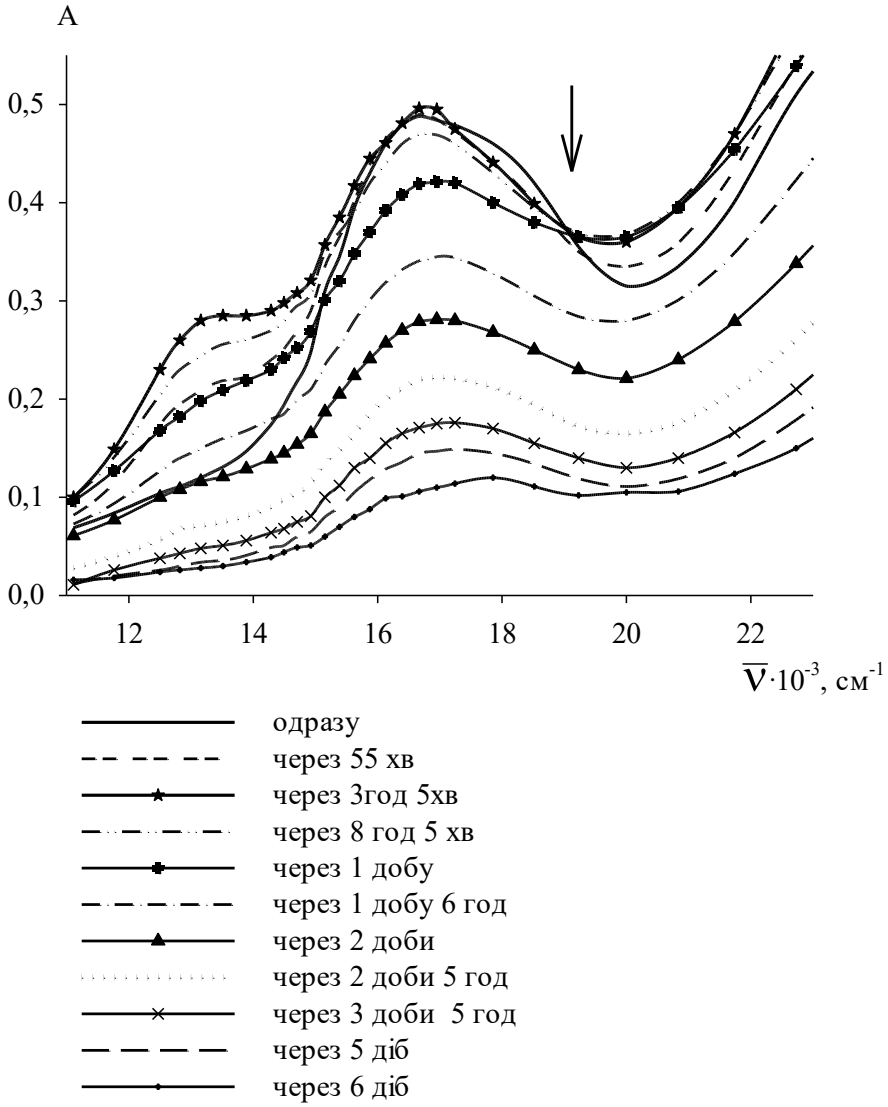


Рис. 2 – ЕСП сполуки цис-$[Re_2(Thr)_2Cl_4(CH_3CN)_2]Cl_2$ ($C_м^0 = 10{,}4\cdot10^{-4}$ моль/л) у фізіологічному розчині у часі

Особливістю поведінки даного комплексу є поява через 3 години після розчинення нового максимуму в області 13500 см$^{-1}$. Це може вказувати на перебіг перегрупування лігандів або формування проміжних гідроксо-акво-форм.

Аналіз отриманих даних у контексті системного вивчення галогенокарбоксилатів диренію(III) [1–6] дозволяє виявити чітку закономірність між приро-

дою амінокислотного ліганда та стійкістю кластерного ядра Re_2^{6+}. Встановлено, що сполука з треоніном виявляє значну лабільність у фізіологічному розчині, що корелює з результатами, отриманими раніше для серинового комплексу [2]. Подібність кінетичної поведінки комплексів із треоніном та серином зумовлена наявністю в їхній структурі полярної гідрофільної ОН-групи, яка сприяє активній сольватації координаційної сфери та полегшує нуклеофільну атаку молекул води на металоцентр, пришвидшуючи деградацію кластера. Натомість відмінна, вища стабільність сполук з ізолейцином [2] та триптофаном [4] пояснюється іншою хімічною природою їхніх радикалів: зниження загальної гідрофільності та наявність об'ємних замісників забезпечують ефективне стеричне екранування зв'язку Re–Re, суттєво гальмуючи гідроліз. У порівнянні з кластерними сполуками, що містять ліганди β аланіну [3], гістидину [6] та аргініну [5], комплекс із треоніном є менш стійким, що підтверджує дестабілізуючий вплив вільної гідроксильної групи.

Виявлена кінетична нестабільність треонінового комплексу порівняно з більш гідрофобними аналогами вказує на потенційну можливість його здатності до швидкої трансформації у біологічних середовищах. Така лабільність може сприяти ефективнішій взаємодії активних форм ренію з біомакромолекулами, зокрема ДНК та білками [4], що відкриває нові перспективи для фармакологічних досліджень даного структурного типу.

Перелік посилань

1. Овчаренко А. О. Синтез кластерних сполук диренію(III) з треоніном / А. О. Овчаренко, О. А. Голіченко, О. В. Штеменко // Питання хімії та хімічної технології. – 2019. – № 1. – С. 42–48.

2. Гусак Ю. В. Синтез та стійкість у водних розчинах кластерних сполук диренію(III) з ізолейцином, серином та проліном / Ю. В. Гусак, А. О. Овчаренко, О. А. Голіченко, О. В. Штеменко // Питання хімії та хімічної технології. – 2020. – № 6. – С. 38–43.

3. Овчаренко А. О. Гідроліз комплексної сполуки ренію(III) з β -аланіном / А. О. Овчаренко, О. В. Величко, О. А. Голіченко, О. В. Штеменко // Питання хімії та хімічної технології. – 2020. – № 4. – С. 115–120.

4. Holichenko O. A. Interaction of dirhenium(III) tryptophan complex compound with DNA and protein / O. A. Holichenko, N. I. Shtemenko, A. A. Ovcharenko, A. V. Shtemenko // Voprosy khimii i khimicheskoi tekhnologii. – 2021. – No. 4. – P. 35–40.

5. Кириченко К. В. Дослідження стійкості кластерної сполуки у фізіологічному розчині / К. В. Кириченко, А. О. Овчаренко // Молодь: наука та інновації : тези допов. X Міжнар. наук.-техн. конф. – Дніпро, 2022. – С. 502.

6. Овчаренко А. О. Гідроліз кластерної сполуки ренію(III) з гістидином / А. О. Овчаренко, О. С. Пантелеєва // Наукова весна : тези допов. XIII Міжнар. наук.-техн. конф. аспірантів та молодих вчених. – Дніпро, 2023. – С. 411–412.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМОТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ РУХЛИВОСТІ КИСТІ

Харківський національний університет радіоелектроніки

Трофимова Олена Павлівна, ОП «Біомедична інженерія»
***Науковий керівник*: доцент Дацок Олег Михайлович**

Порушення дрібної моторики у дорослих, а саме: слабкість у пальцях, тремор, спастика, втрата чутливості можуть спостерігатися внаслідок інсульту, травмування кисті, пальців, неврологічних захворювань, запальних захворювань, що призводять до обмеженням рухливості суглобів. У таких випадках, вправи на розтяжку й координацію, можуть допомогти розробити скуті м'язи. Альтернативою мануальної терапії, що забезпечує високу інтенсивність та повторюваність вправ може бути роботизована механотерапія. Одним з портативних пристроїв, який реалізовує принципи м'якої робототехніки у реабілітації функцій рук, тренування гнучкості, покращення кровообігу і зменшені скутості пальців є RRG-100 – роботизована рукавичка [1]. Завдяки тренуванню кисті вона сприяє відновленню гнучкості кисті користувача на трьох рівнях: нерви, мозок та м’язи.

Джерелом живлення RRG-100 є повітряний насос з позитивним та негативним тиском для незалежного керування електромагнітними клапанами кожного з п'яти пальців. Система керування повітрям дозволяє керувати кожним пальцем окремо. Рукавичка вироблена з гіпоалергенних, довговічних матеріалів. Трубки керування виконані з гнучних, облегшених полімерів. Ефективність роботизованої реабілітації кисті суттєво залежить від точності налаштування кінематичних параметрів такого тренажера під індивідуальну антропометрію пацієнта. Для виключення небажаних навантажень, що можуть спричинити дискомфорт або травматизацію пацієнта, необхідно забезпечити максимально щільне прилягання рукавичок до кисті. Традиційно налаштування таких пристроїв є емпіричними. Метою даної роботи є дослідження можливостей інтерактивного моделювання персоналізованої кінематики кісті для візуалізації та аналізу реального часу з урахуванням можливих похибок позиціонування, зокрема, на етапі планування реабілітації.

Можливість інтерактивного моделювання персоналізованої кінематики кисті дозволить заздалегідь скоригувати параметри пневмотренажера RRG-100, мінімізуючи ризик виникнення шкідливих навантажень і ризиків травмування кисті під час реабілітації.

Перелік посилань

7. RRG-100 Hand Function Rehabilitation Robot Gloves. URL: https://manuals.plus/commsin/rrg-100-hand-function-rehabilitation-robot-gloves-manual (дата звернення: 13.03.2026).

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ: НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ОДОРИЗАЦІЇ ТА КОЛОРИЗАЦІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шелепов Сергій Володимирович, група 161-23зск-1
***Наукові керівники*: к.т.н, доц. Коверя Андрій Сергійович,**
к.х.н., доц. Овчаренко Аліна Олександрівна

Інтенсивний розвиток водневих технологій в рамках глобального енергетичного переходу та декарбонізації актуалізує необхідність комплексного наукового аналізу експлуатаційних аспектів використання водню [1-4]. Поряд із питаннями виробництва, критичне значення мають процеси зберігання, транспортування та забезпечення безпеки, зокрема своєчасної ідентифікації витоків, що ускладнюється фізико-хімічними властивостями водню: малою молекулярною масою, високим коефіцієнтом дифузії (до ~10^{-5} м²/с у газовій фазі), низькою енергією займання та широким інтервалом вибухонебезпечних концентрацій у повітрі (4-75 об.%).

В роботі детально проаналізовано наукові підходи до оптимізації умов зберігання водню з урахуванням процесів масопереносу та взаємодії газу з конструкційними матеріалами. Особливу увагу приділено явищам водневої корозії та водневої крихкості, які пов’язані з дифузійним проникненням атомарного водню у кристалічну ґратку металів, локальним накопиченням у дефектах структури (дислокаціях, межах зерен) та подальшим зниженням механічної міцності. На основі аналізу запропоновано рекомендації щодо вибору матеріалів (високолеговані сталі, композитні матеріали), захисних покриттів та оптимальних режимів експлуатації резервуарів.

Проблематика транспортування водню розглянута з позицій газодинаміки, масопереносу та герметичності систем. Проаналізовано особливості транспортування як чистого водню, так і його сумішей із природним газом, з урахуванням впливу на проникність матеріалів трубопроводів, роботу компресорного обладнання та зміну енергетичних характеристик потоку. Показано, що зменшення молекулярної маси призводить до зростання швидкості витоків через мікродефекти та ущільнення, що потребує підвищених вимог до герметичності та систем контролю. Розроблено підходи до мінімізації втрат, включаючи оптимізацію режимів транспортування, застосування бар’єрних матеріалів та систем моніторингу витоків.

Окремо розглянуті питання одоризації та колоризації водню як ключові елементи систем раннього виявлення витоків. Враховуючи відсутність у водню природних сенсорних характеристик, сформульовано критерії властивостей одорантів і маркерних добавок: висока летючість та рівномірний розподіл у газовій фазі, хімічна стабільність у широкому діапазоні температур і тисків, низькі пороги детекції, відсутність токсичності, а також сумісність із технологічними процесами, включаючи паливні елементи та каталітичні системи (запобігання отруєнню каталізаторів) [5-7].

На основі виконаного аналізу запропоновані нові композиції водню з одорантами та маркерними компонентами, що забезпечують ефективне виявлення витоків на стадіях зберігання, транспортування та використання. Запропоновані підходи передбачають оптимізацію концентрацій одорантів з урахуванням умов експлуатації, забезпечення їх стабільності та відсутності негативного впливу на енергетичні та технологічні характеристики водню. Розроблювані рекомендації включають вибір складу композицій, граничні концентрації, методи введення та контроль їх ефективності в різних системах.

Отримані результати та сформований комплекс рекомендацій створюють науково обґрунтовану основу для підвищення безпеки, надійності та ефективності водневих технологій. Вони можуть бути використані при розробці інженерних рішень, нормативно-технічної документації та стандартів у сфері зберігання, транспортування та використання водню, а також при впровадженні систем моніторингу та попередження аварійних ситуацій.

Перелік посилань

1. Шевченко В. Г., Ляшенко В. І., Осадча Н. В. Світові тенденції розвитку водневої енергетики. Вісник економічної науки України. 2021. № 2 (41). С. 17-26. https://doi.org/10.37405/1729-7206.2021.2(41).17-26

2. Сітуха О., Павлова О., Павлов К. Перспективи використання водню як енергетичного ресурсу. Galician economik journal, 2021, 5 (72) https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2021.05

3. Bartashevskyi S., Koveria A., Ovcharenko A., Mazorchuk V. Improvement of energy efficiency and environmental safety of internal combustion engines by using binary fuel mixtures with hydrogen. Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii, 2025, 3, P. 13-19 https://doi.org/10.32434/0321-4095-2025-160-3-13-19

4. Барташевський С., Коверя А., Пантелеєва О. Підвищення енергоефективності та екологічності двигунів внутрішнього згорання використанням воднево-вуглеводневого палива. Theory and Practice of Rational Use of Traditional and Alternative Fuels and Lubricants. X International Scientific-Technical Conference, Kyiv, 01–04 July, 2025: Book of Abstracts / Under the general editorship of Prof. Sergii Boichenko. – K., 2025. – P. 74, 75.

5. Shimokawatoko T., Sumida K., Ueda H. Method and apparatus for measuring odorant concentration and odorant adding system, US patent 5844124, Assigned to Osaka Gas Co. Ltd., 1998. http://www.freepatentsonline.com/5844124.html

6. Imamura D., Akai M., Watanabe S. Exploration of hydrogen odorants for fuel cell vehicles. Journal of Power Sources. 2005, 152, P. 226-232. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.01.007

7. Zanella E., Longhi M., Marcolin P., Camarda G., Pirola C. Investigation of a Possible Process for Hydrogen Odorization in Pure Hydrogen and in Natural Gas-Hydrogen Mixture Systems. Chemical Engineering Transactions. 2022, 96, 139-144.

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ УРБОЕКОСИСТЕМ

(Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей»ДОР)

Яcько Д.Г., учень 9 класу
***Науковий керівник*: к.т.н. Вергун О.О.**

Забруднення атмосферного повітря є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасності. В умовах урбанізації спостерігається зростання кількості промислових підприємств та автотранспорту, що призводить до значного погіршення якості повітря та негативного впливу на здоров'я населення.

Метою роботи є аналіз стану атмосферного повітря в урбоекосистемах та визначення ефективних шляхів його покращення.

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є енергетика, промисловість і транспорт. Найбільш поширеними забруднювачами є оксид вуглецю, діоксид сірки, оксиди азоту та пил.

Таблиця 1 Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від пересувних джерел забруднень (2016-2021 р.)

	Кількість викидів забруднюючих речовин ,т					
	2016 [2]	2017 [2]	2018 [2]	2019 [2]	2020 [2]	2021 [3]
Усього	**1608516,6**	**1645745,7**	**1612895,1**	**1648827,0**	**1436728,3**	**1546775,5**
діоксид сірки	17637,5	18199,0	18647,2	19803,2	18168,8	19643,3
оксид вуглецю	1227084,7	1258521,2	1230612,4	1255224,6	1084752,5	1164872,7
діоксид азоту	164288,3	168841,3	170367,0	178778,1	161780,8	174420,4
оксид азоту	839,9	814,5	792,4	798,6	798,8	895,8
неметанові леткі органічні сполуки	170602,0	170517,6	162806,0	162622,1	141730,0	155079,2
аміак	8,7	7,8	7,1	6,3	6,8	7,8
метан	5068,7	5082,4	5000,5	5128,4	4909,9	5246,5
сажа	22986,8	23762,9	24662,5	26465,7	24580,7	26609,8

Аналіз статистичних даних показав, що найбільшу частку викидів становлять оксид вуглецю, діоксид азоту та вуглеводні. Індекс забруднення атмосферного повітря у великих містах України має високі значення, що свідчить про значний рівень антропогенного навантаження.

Забруднення повітря негативно впливає на здоров'я населення, зокрема сприяє зростанню захворювань дихальної системи.

Для покращення якості атмосферного повітря запропоновано такі заходи: зменшення кількості автотранспорту, перехід на електромобілі, впровадження сучасних технологій очищення викидів, використання відновлюваних джерел енергії, збільшення площі зелених насаджень та підвищення екологічної свідомості населення.

Таким чином, комплексне впровадження зазначених заходів дозволить знизити рівень забруднення атмосферного повітря та покращити умови життя населення.

Перелік посилань:

1. Білявський Г. О. та ін. Основи екології : підручник / Г. О. Білявський, Р. С. Фурдуй, І. Ю. Костіков. — 2-ге вид. — К. : Либідь, 2005.

2. Василенко І. А., Півоваров О. А., Трус І. М., Іванченко А. В. Урбоекологія / І. А. Василенко, О. А. Півоваров, І. М. Трус, А. В. Іванченко. – Дніпро : Акцент ПП, 2017. – 309 с.

ЗОРОВИЙ АПАРАТ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ КОРЕКЦІЇ ЗОРОВИХ ПОРУШЕНЬ

(Комунальний заклад освіти «Науковий фізико-математичний ліцей»ДОР)

Яcько Д.Г., учень 9 класу
***Науковий керівник*: к.пед.н. Руденко А.В.**

Зір є одним із найважливіших органів чуття людини, через який вона отримує більшість інформації про навколишній світ. У сучасних умовах зростає кількість зорових порушень серед дітей і підлітків, що пов'язано з підвищеним навантаженням на очі, використанням цифрових пристроїв і недотриманням гігієни зору.

Орган зору являє собою складну анатомо-фізіологічну систему, яка включає периферичний, провідниковий і центральний відділи. Основним елементом є око, що складається з рогівки, кришталика, сітківки та інших структур.

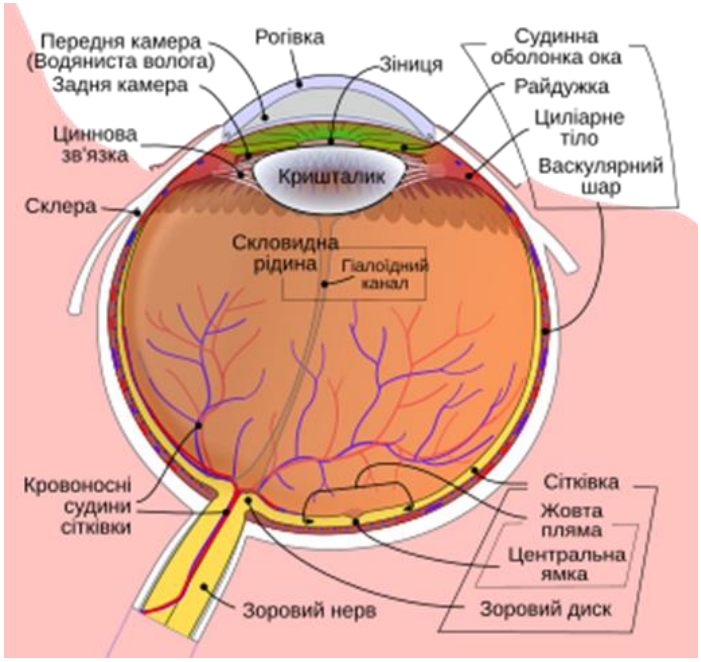


Рис. 1 Будова ока

Найпоширенішими зоровими порушеннями є міопія, гіперметропія та астигматизм. Їх причинами можуть бути спадкові фактори, вікові зміни та надмірне зорове навантаження.

Сучасні методи корекції зору включають окуляри, контактні лінзи та лазерну корекцію. Вони дозволяють ефективно відновити зорові функції.

У ході дослідження було встановлено, що значна частина учнів має проблеми із зором. Це підтверджує необхідність профілактики та регулярних оглядів.

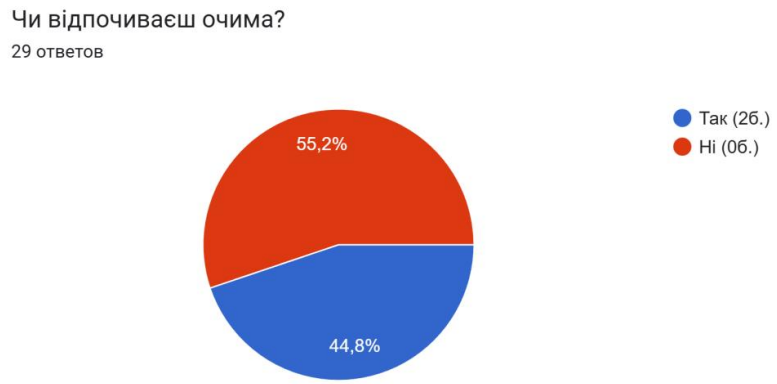


Рис. 2 Чи відпочиваєш очима?(створено автором)

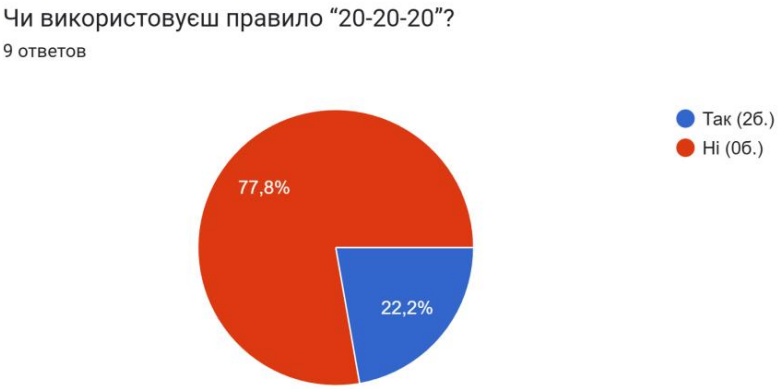


Рис. 3 Чи використовуєш правило «20-20-20»?(створено автором)

Таким чином, збереження зору потребує комплексного підходу, що включає правильну корекцію, профілактику та контроль стану очей.

Перелік посилань:

1. Неттер Г. Анатомія людини. — Київ, 2024.
2. Філатов В.П. Праці з офтальмології. — Одеса, 2018.

ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВНИ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

Проєкт 101127415 – CRMPEU – ERASMUS-JMO-2023:

Critical raw materials provision in the European Union в рамках гранту від ERASMUS Jean Monnet

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS IN GLOBAL AND UKRAINIAN COALS

Dnipro University of Technology

Shapoval Mykola Oleksandrovych, group 144-24-1
Scientific advisor: Pinchuk Sofiia Andriivna, junior researcher at the department of thermal engineering and energy technology

Coal is a natural fossil fuel formed from the remains of ancient plants that accumulated in swampy environments millions of years ago. Over geological time, these organic materials were buried under sedimentary layers and subjected to increasing temperature and pressure, resulting in a process known as coalification.

Coalification proceeds through several stages: peat, sub-bituminous coal (brown coal), bituminous coal, and anthracite. With increasing degrees of metamorphism, the carbon content rises, while moisture and volatile matter decreases. Peat represents the initial stage of coal formation and is generally not used as a primary energy source due to its high moisture content (up to 65%) and low calorific value. It is more commonly applied as a soil conditioner. Sub-bituminous coal contains relatively high moisture and impurities, which results in a lower energy value compared to higher-rank coals. Nevertheless, it is widely used for electricity generation and residential heating. Bituminous coal is characterized by higher calorific value, lower moisture content, and reduced impurity levels. It is extensively used in power generation, as well as in metallurgical processes, particularly for coke production. Anthracite represents the highest rank of coal, with the greatest carbon content and energy value. It is a smokeless, high-calorific fuel used in metallurgy, the chemical industry, and water filtration processes.

Thus, with increasing coal rank, the material becomes denser, harder, and more energy rich. These transformations also affect the distribution and concentration of trace elements within coal. As a result, coal can be considered not only as a fuel, but also as a potential source of critical raw materials.

Table 1 presents the concentrations of selected trace elements (Li, Co, Ni, V, Ge, Ti, Mn) in coals from different countries, based on literature data [1–5].

Table 1 - Concentrations of trace elements lithium, cobalt, nickel, vanadium, germanium, titanium, and manganese in the world coal, g/t

Countries	USA		UK			Australia	China			
Metamorhism stage	Bituminous	Sub-bituminous, bituminous	Bituminous						Anthracite	
Lithium (Li)	-	20	20	-	-	20	-	-	-	-
Cobalt (Co)	9.6	7	4	-	-	4	8.5	9.5	11.6	7.4
Nickel (Ni)	21	15	15	-	28	15	13.9	18.6	17.1	17
Vanadium (V)	33	20	20	-	76	20	76.5	100	70.8	54.2
Germanium	6.6	-	6	6.8	5.1	6	1.95	1.48	0.47	0.4

(Ge)										
Titanium (Ti)	700	800	900	63	900	-	-	-	-	-
Manganese (Mn)	49	100	130	-	84	130	-	-	-	-

However, available data on the content of trace elements in Ukrainian coals remain limited. According to the study [6], the distribution of critical elements such as cobalt, manganese, nickel, and vanadium in bituminous coal from the Dniprovska mine (Pavlohrad-Petropavlivka region, Donbas) was analyzed.

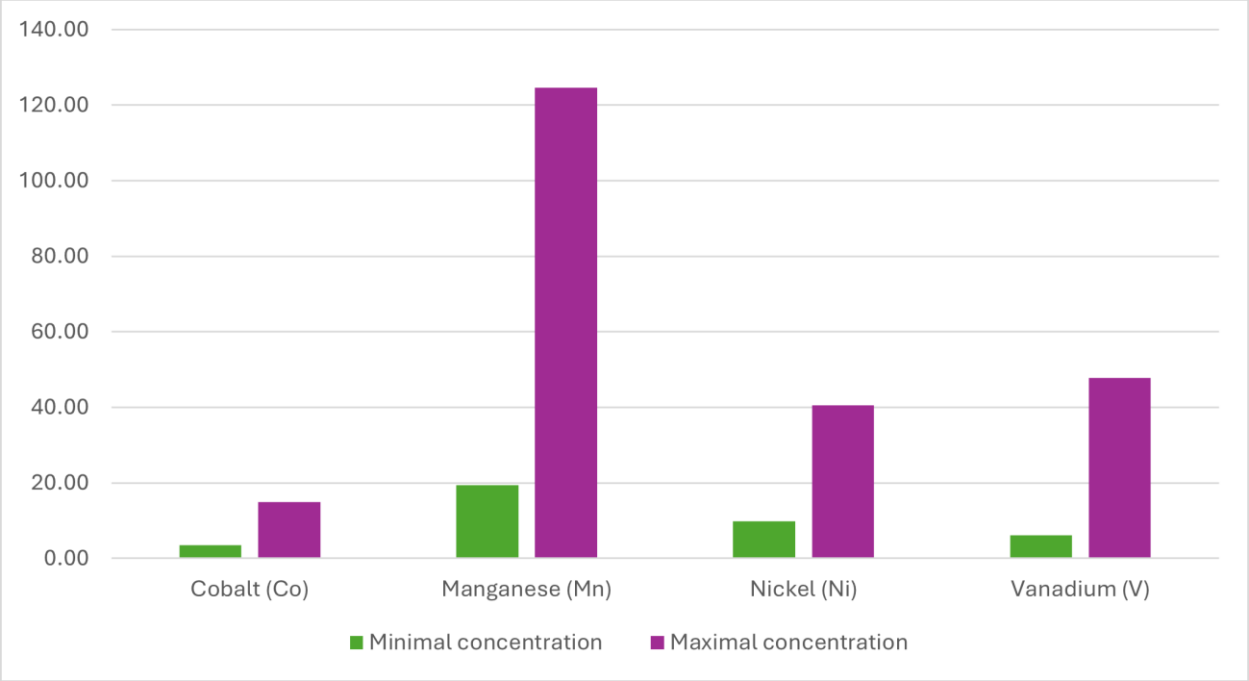


Figure 1 - Concentrations of trace elements Cobalt, Manganese, Nickel, Vanadium in Ukrainian coal, g/t

Figure 1 shows that the concentrations of the selected critical elements in coal from the Dnipro Mine vary significantly depending on the element. The highest values are observed for V and Mn, while Co and Ni are present in significantly smaller quantities. Average concentrations of each element are 8.27 g/t for Co, 64.14 g/t for Mn, 20.7 g/t for Ni and 21.03 for V.

A comparison with global data shows that the concentrations of cobalt and nickel in Ukrainian coals lies within the typical range observed worldwide. At the same time, vanadium content may reach values comparable to, or in some cases exceeding, those reported for certain foreign coal samples.

These results suggest that Ukrainian coals can also be considered a potential source of critical elements, although their composition is characterized by regional geological features and variability.

References

1. Xu M., Yan R., Zheng C., Qiao Y., Han J., Sheng C. Status of trace element emission in a coal combustion process: a review // Fuel Processing Technology. 2003. Vol. 85. P. 215–237.
2. Querol X., Fernandez T. J. L., Lopez S. A. Trace elements in coal and their behavior during combustion in a large station // Fuel. 1995. Vol. 74, № 3. P. 331–343.
3. Swaine D. J. Trace elements in coal. London : Butterworth, 1990.
4. Swaine D. J., Goodarzi F. Environmental aspects of trace elements in coal. Dordrecht : Kluwer, 1995.
5. Raask E. The mode of occurrence and concentration of trace elements in coal // Fuel. 1985. Vol. 11, № 1. P. 97–118.
6. Ішков В. В., Козій Є. С. Про розподіл токсичних і потенційно токсичних елементів у вугіллі пласта $c_{10}^{в}$ шахти «Дніпровська» Павлоградсько-Петропавлівського геолого-промислового району Донбасу // Геотехнічна механіка. 2017. № 133 ISSN 2309-6004.

ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ КОБАЛЬТУ З РОДОВИЩ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ УКРАЇНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Білоштан Павло Євгенович, група 184-23-7
***Науковий керівник*: Шустов О. О., к.т.н., доцент кафедри відкритих гірничих робіт та раціонального надрокористування**

Кобальт належить до перехідного металу, який характеризується високою жаростійкістю, корозійною стійкістю та здатністю зберігати механічні властивості при високих температурах У сучасних умовах енергетичного переходу кобальт набуває стратегічного значення, оскільки є ключовим компонентом електромобілів та систем накопичення енергії [1]. Крани Європейського Союзу залежать від цієї критичної сировини більш ніж на 80%.

В Україні кобальт не є основною корисною копалиною, проте входить до складу комплексних руд, зокрема нікелевих, мідних і поліметалічних. Його поклади пов'язані переважно з геологічними структурами Українського щита. На сьогодні в Україні відсутній великомасштабний промисловий видобуток кобальту, однак існує значний потенціал для проведення геологічної розвідки та подальшого освоєння ресурсної бази.

У цьому зв'язку **метою дослідження** є аналіз сучасного стану та перспектив освоєння покладів кобальту в Україні для забезпечення потреб Європейського Союзу критичною мінеральною сировиною.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступні задачі дослідження:

1. Виконати аналіз світового ринку кобальтової сировини.
2. Охарактеризувати стан і перспективи освоєння кобальту в Україні.
3. Дослідити сфери використання кобальту у високотехнологічних галузях виробництва.

Світове видобування та виробництво кобальту. Світовий видобуток кобальту характеризується високою концентрацією. Близько 70% світового видобутку припадає на Демократичну Республіку Конго [1], що створює значні ризики для стабільності постачання. Серед інших країн-лідерів видобутку слід відзначити: Австралію – приблизно 5–6%; Індонезію – близько 5% та Канаду - біля 3%. При цьому Індонезія швидко нарощує виробництво за рахунок виконання нікелевих проєктів. Слід зазначити, що кобальт переважно видобувається як супутня сировина при видобутку міді та нікелю. Основні запасами зосереджені в ДР Конго (понад 3,5 млн т), Австралії – близько 1,7 млн т, Індонезії (приблизно 600–700 тис. т), Кубі (близько 500 тис. т), Філіппінах та Канаді (по 200-300 тис. т).

Перспективи освоєння покладів кобальту в Україні. Україна розглядається як перспективний партнер Європейського Союзу у сфері забезпечення критичною мінеральною сировиною, зокрема кобальтом [2-3]. Це зумовлено поєднанням вигідного географічного положення, наявності мінерально-

сировинної бази та розвиненої гірничо-металургійної інфраструктури. Перспективними напрямами розвитку є модернізація гірничих підприємств, впровадження сучасних технологій збагачення та розвиток переробки вторинної сировини. Незважаючи на те, що Україна не є одним із провідних світових виробників кобальту, вона має потенціал для участі у створенні повного виробничого циклу, особливо у сфері переробки та виробництва матеріалів для акумуляторів. Географічна близькість до країн Європейського Союзу значно знижує логістичні витрати та сприяє інтеграції в європейські ланцюги постачання.

Крім того, співпраця між Україною та ЄС може включати створення спільних підприємств, впровадження сучасних технологій переробки та залучення інвестицій у гірничо-металургійну галузь [2]. Це, у свою чергу, сприятиме зменшенню залежності Європи від імпорту кобальту з нестабільних регіонів світу.

Освоєння кобальту як критичної мінеральної сировини має значний економічний потенціал як на глобальному рівні, так і для окремих країн, зокрема України [3]. Зростання попиту на кобальт, обумовлене розвитком електромобільної індустрії та систем накопичення енергії, створює передумови для розширення видобутку, переробки та виробництва продукції з високою доданою вартістю. Особливо важливим є перехід від експорту сировини до формування повного виробничого циклу, який включає видобуток, збагачення, металургійну переробку та виробництво кінцевої продукції. Такий підхід дозволяє значно підвищити економічну ефективність галузі, збільшити валютні надходження та створити нові робочі місця.

Використання кобальту у високотехнологічних галузях промисловості. Кобальт широко використовується при виготовленні літій-іонних батарей, жароміцних сплавів електроніки [4]. Серед основних напрямів використання для сучасних технологій слід виділити акумулятори (до 60% світового споживання забезпечує стабільність і енергоємність), авіаційні сплави (турбіни та двигуни), енергетику (системи накопичення енергії), електроніки (мікросхеми та магніти).

Висновки. У ході дослідження встановлено, що кобальт є одним із ключових елементів сучасної індустріальної та енергетичної системи. Його значення визначається широким використанням у виробництві літій-іонних батарей, що забезпечують розвиток електромобілів та відновлюваної енергетики. Світовий ринок кобальту характеризується високою концентрацією видобутку, що створює геополітичні та економічні ризики, особливо для країн Європейського Союзу. У цих умовах актуальними є диверсифікація постачання, розвиток рециклінгу та впровадження нових технологій. Україна, незважаючи на обмежені запаси, має потенціал інтеграції у європейські виробничі ланцюги. Таким чином, перспективи освоєння кобальту є високими, однак їх реалізація потребує комплексного підходу з урахуванням економічних, екологічних та соціальних факторів.

Перелік посилань

1. Mineral Commodity Summaries 2024. URL: https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-cobalt.pdf (date of access: 10.04.2026).

2. European Critical Raw Materials Act URL: https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en (date of access: 05.04.2026).

3. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52023DC0165 (date of access: 12.04.2026).

4. The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf (date of access: 15.04.2026).

ОЦІНКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Кузьменко Світлана Григорівна, група 184-24-7
***Науковий керівник*: Деревягіна Н.І. к.т.н., зав.кафедри гідрогеології та інженерної геології**

Вода є одним із ключових природних ресурсів, що відіграє важливу роль у функціонуванні гірничодобувних систем і стані геологічного середовища. Підземні води, особливо зараз, є важливим джерелом водопостачання та фактором, що впливає на умови та швидкість розробки родовищ корисних копалин.

Основною проблемою є недостатнє врахування кількісних і якісних характеристик підземних вод на етапах геологорозвідки та проєктування розробки родовища, що призводить, у більшості випадків, до їх нераціонального використання. У гірничодобувному секторі значна частина дренажних вод використовується лише як технічна або відводиться без повторного залучення, що знижує ефективність водокористування. У процесі розробки родовищ застосовуються відкриті, підземні та комбіновані системи дренажу, причому найбільш поширеними є комбіновані схеми, які забезпечують регулювання рівня підземних вод і стабільність гірничих виробок, однак потребують оптимізації для можливості повторного використання водних ресурсів.

Оцінка водних ресурсів повинна базуватися на комплексному підході, що включає гідрогеологічні розрахунки водопритоків у гірничі виробки, аналіз та контроль хімічного складу вод, а також моделювання гідродинамічних процесів досліджуваної території в цілому, а не суто родовища. Доцільним є включення до матеріалів геологорозвідки прогнозу притоку підземних вод, їх якості за горизонтами для розробки напрямів подальшого використання.

Важливим аспектом є також врахування ролі підземних вод у процесах формування родовищ корисних копалин, адже рух підземних вод забезпечує міграцію хімічних елементів і впливає на формування та перерозподіл мінеральних ресурсів. У цьому контексті цікавий підхід до використання гідрогеологічних даних як індикатора процесів мінералоутворення та прогнозування перспективних ділянок. Якщо починати досліджувати рух води, враховуючи все вищезазначене, провести систематизацію гідрогеологічної інформації та створити інтегровані бази даних, то це дозволить підвищити ефективність оцінки ресурсів і забезпечити науково обґрунтоване управління водними ресурсами у гірничодобувній галузі.

Отримані результати можуть бути використані при проєктуванні систем водовідливу, оптимізації використання дренажних вод, а також для підвищення екологічної безпеки та забезпечення сталого розвитку гірничодобувних підприємств. Раціональне використання водних ресурсів при розробці родовищ повинно базуватися на комплексній оцінці гідрогеологічних умов, прогнозуванні поведінки підземних вод і впровадженні сучасних підходів до їх управління.

Серед обмежень запропонованого підходу слід відзначити його трудомісткість і довготривалість реалізації, що знижує оперативну ефективність прийняття рішень. Водночас такі дослідження формують надійну основу для довгострокового збереження водних ресурсів і визначення перспективних напрямів вивчення процесів формування корисних копалин за участю підземних вод, як приклад можна навести Європейський Союз. Історичний розвиток гірничих технологій свідчить, що складні природно-техногенні процеси, які раніше вважалися некерованими, з часом піддаються ефективному контролю завдяки вдосконаленню технологій і наукових підходів. Зокрема, підривні роботи, що раніше мали обмежений рівень керованості, нині здійснюються з високим ступенем прогнозованості за рахунок оптимізації параметрів вибуху та використання сучасних матеріалів. Це підтверджує доцільність розвитку методів оцінки та управління геологічними процесами, оскільки навіть складні системи можуть бути досліджені та частково керовані на основі науково обґрунтованих підходів.

Перелік посилань

1. Збірник наукових праць ІГН НАН України, том 17, вип. 1, 2024 р. Р.Б.Гаврилюк, Ю.О.Негода, О.І.Логвиненко «Оцінка впливу розробки кар'єрів на підземні води в межах українського щита в контексті оцінки впливу на довкілля (на прикладі Вирівського гранітного кар'єру)» (http://archive-transactions.igs-nas.org.ua/article/view/308419)

2. Матеріали 7 Міжнародної науково-практичної конференції «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти» (9-10 листопада 2023 р., м. Київ, Україна); Чарний Д.В. «Встановлення гідротехнологічних і гідроізоляційних характеристик діючого біооплата без його зупинки», ст. 157. (https://test.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/29919/1/Proceedings%20%20of%20Pure%20water%202023.pdf…)

3. Збірник всеукраїнська науково-практична online конференція «Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві»/ Євген Тимохін, Вадим Харламенко «Аналіз проблеми оптимізації споживання водних ресурсів на гірничо-збагачувальній фабриці», ст. 201. (https://kntu.kr.ua/file/content/13789/zbirnyk-tez.pdf#page=201)

4. Г.М. Задорожня «Гідрологічні похідні процеси та явища в гірничопромислових ландшафтах Кривбасу». (https://journal.kdpu.edu.ua/ecolog/en/article/view/6446/5909)

РОБОТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИДОБУТКУ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Євницький Максим Костянтинович, група 184-23-7 ІП
***Науковий керівник:* д.т.н., проф. Анісімов Олег Олександрович**

Дистанційне управління технікою і створення автономних систем обладнання в кар'єрах вже сьогодні є передовими технологіями. Застосування роботизованого обладнання це наступний етап «технічної революції» із використанням цифрових технологій. В багатьох розвинутих країнах світу стартували проєкти безлюдної технології в особливих умовах до яких можна віднести гірничу справу. В такі розробки вкладають великі кошти і передовими є такі країни як: Австралія, Канада, Південно-Африканська Республіка, Китай.

На кар'єрах з видобутку мінеральних ресурсів планується впровадження безлюдних технологій на транспорті, буровибухових роботах, при виймально-навантажувальних процесах.

В Україні прикладом використання цифрових технологій в гірництві є Єристівський ГЗК де автосамоскиди на базі CAT 793D (рис.), а також бурові верстати мають дистанційне управління. З диспетчерської відбувається координація руху автосамоскидів і контролюється робота бурових верстатів [1].



Рис. Управління безпілотними автосамоскидами

Управління гірничими машинами відбувається за рахунок радіочастот і телекомунікаційних вишок в кар'єрі. Так для диспетчеризації на Єристівському ГЗК застосовується мережа Privat e-LTE на частотах 5,7GHz [2].

Всі операції на бурових верстатах здійснює роботизована система. Оператор лише спостерігає і контролює машину за допомогою відеокамер, джойстиків і кнопок.

Зміна організації гірничого виробництва вже сьогодні представлена:

– великою кількістю даних, що опрацьовуються штучним інтелектом і розвинутими алгоритмами [3-4];
– застосуванням просторового моделювання родовищ і виробок з проєктуванням і плануванням роботи обладнання;

– застосуванням інтернету речей з цифровим управлінням обладнання в технологічних процесах;
– заміною людської праці із використанням автономних роботів.

Під час застосування роботів використовують обладнання: супутниковий зв'язок (GPS), телекомунікації (для спостереження за процесами навколо гірничого обладнання і за самим обладнанням зовні), потужну комп'ютерну техніку (для ведення розрахунків, аналітики, збереження даних та інше), датчиків та радіоелектроніку (для управління, забезпечення безпечних умов праці техніки, виявлення загроз та інше).

Роботизовані технології в гірництві можуть бути використані у важкодоступних районах де складні природні й кліматичні умови, де є складність залучення персоналу (малонаселені регіони), присутні небезпечні фактори, наприклад: високі не стабільні відвали, складні геологічні умови, підвищена радіоактивність порід та інше.

Майбутнє гірничої справи за роботизованими цифровими технологіями. Рішення проблем, які виникають, полягає у поєднанні багатьох спеціальностей: гірників, ІТ- спеціалістів, геологів, радіоелектриків, механіків та інших. Це мають бути групи, що вирішують єдине питання видобуток мінеральних ресурсів з мінімальними витратами, високою продуктивністю з урахуванням безпечних умов.

Перелік посилань:

1. Аліса Котова. Майбутнє поруч: на Єристівському ГЗК тепер працюють ну дуже самостійні самоскиди. *Телеграф.* 2021. URL: https://www.telegraf.in.ua/kremenchug/10095120-majbutnye-poruch-na-yeristovskomu-gzk-teper-pracjujut-nu-duzhe-samostijni-samoskidi.html (дата звернення: 10.04.2026).
2. Vodafone та Ferrexpo будують "Розумний кар'єр" на Полтавському ГЗК. URL: https://nadra.info/2021/11/vodafone-and-ferrexpo-are-building-a-smart-quarry-at-poltava-gzk/ (дата звернення: 10.04.2026).
3. Anisimov, O., Bariatska, N., Safronova N., Cherniaiev, O. Ongoing grade control in Open Pits using Advanced digital Technologies. Advances in Science and Technology Vol. 172. International Conference: Challenges of Ensuring Ukraine's Mineral Resources in the Context of Post-War Reconstruction (CEUMR), 2025. p. 57-66. https://doi.org/10.4028/p-CSi3Wr
4. Anisimov O., Bariatska N, Cherniaiev O. Strategic planning of open pit mining operations using the Micromine Beyond Optimiser (IOP Conference Series: Earth and Environmental Science V International Conference "Essays of Mining Science and Practice" Ukraine, Dnipro, 2023. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1348 (2024) 012005. doi:10.1088/1755-1315/1348/1/012005

TECHNOGENIC DEPOSITS OF COAL MINING WASTE IN WESTERN DONBAS AS SOURCES OF CRITICAL RAW MATERIALS: GEOLOGICAL AND ECONOMIC RISK ASSESSMENT

Dnipro University of Technology

Oleh Shyshkov
V.V. Ishkov, research supervisor
L.V. Pavlenko, language adviser

In the context of the depletion of conventional mineral resource bases and escalating global competition for access to strategic resources, technogenic deposits are acquiring particular significance as alternative sources of Critical Raw Materials (CRM). According to the Ukrainian Subsoil Code, technogenic deposits are defined as sites where mining, beneficiation, and processing waste accumulates. The European Union has adopted the Critical Raw Materials Act (Regulation (EU) 2024/1252) [1], which establishes the priority of reducing import dependency and diversifying supply sources for 34 types of critical raw materials essential for the green and digital transitions. Ukraine, with reserves of 28 of the 34 minerals considered critical by the EU, is regarded as a strategic partner in building resilient supply chains. At the same time, accumulated coal mining waste in Western Donbas contains a broad spectrum of potentially valuable components – germanium, gallium, scandium, and rare earth elements, which meet the criticality criteria under European methodology.

The relevance of integrating technogenic deposits into the mineral resource base is further reinforced by institutional changes at the national level. The National Programme for the Development of Ukraine's Mineral Resource Base until 2030 officially incorporates technogenic deposits into state accounting, while the State Geological Survey of Ukraine (Derzhgeonadra), within the framework of the Ukraine Facility, is verifying critical mineral reserves according to the international United Nations Framework Classification for Resources (UNFC). This creates the regulatory prerequisites for bringing technogenic formations into economic use. However, research shows that the investment attractiveness of technogenic deposits remains low due to the high capital intensity of projects, inadequate geological and economic assessment methodologies, and conflicts of interest among private investors, the state, and local communities [2]. Accordingly, the development of scientifically grounded approaches to evaluating technogenic deposits as sources of critical raw materials constitutes an urgent task that corresponds both to Ukraine's European integration commitments and to global trends of circular economy and resource conservation.

The implementation of the EU Critical Raw Materials Act (CRMA, 2024) [3] is fundamentally transforming decision-making regarding the development of technogenic deposits. Whereas previously the assessment of the feasibility of exploiting coal mining waste dumps was based primarily on classical techno-economic calculations (extraction costs, processing profitability, market conditions), today geostrategic factors have become decisive. European policy establishes the priority of reducing dependency on single-source imports (no more than 65% from any single third country) and sets ambitious targets: 10% of extraction, 40% of

processing, and 25% of recycling within the EU by 2030. This creates fundamentally new conditions for capitalizing technogenic deposits as alternative sources of strategic metals, even where their economic efficiency is lower compared to conventional sources.

Public perception and institutional support for technogenic deposit development projects are acquiring decisive importance. Research indicates that social acceptance, not technical or economic viability, has been the primary factor in the success of mining projects in Europe. This necessitates the development of new interaction models among investors, the state, and local communities. One promising mechanism in this regard is the conclusion of tripartite Community Development Agreements (CDAs), which ensure the legitimate distribution of benefits and risks. At the same time, a so-called "paradox of visibility" [4], whereby assets with transparent risks and measurable fundamentals are systematically undervalued compared to high technology but opaque sectors, is observed in the financing of resource projects. Overcoming this paradox requires the creation of specialised financial instruments, guarantee mechanisms, and public-private partnerships capable of securing the necessary investment in long-term projects for the extraction of critical elements from technogenic formations, despite high upfront capital costs and extended payback periods.

For Ukraine, technogenic deposits of coal mining waste constitute a strategic resource, which can facilitate integration into European critical raw material supply chains within the framework of implementing the EU Critical Raw Materials Act (CRMA) and the Ukraine Facility programme [5]. The activation of international cooperation, including the participation of Ukrainian research institutions in the BLOOM and GoldenRAM projects (with the State Information Geological Fund of Ukraine as a partner), creates the preconditions for introducing advanced remote sensing technologies, artificial intelligence, and analytical systems for mineral resource assessment. The successful experience of concluding Ukraine's first Production Sharing Agreement (PSA) for the development of the Dobra lithium deposit with American investment ($179 million) demonstrates Ukraine's readiness to implement transparent public-private partnership mechanisms in the mining sector. At the same time, despite ongoing security challenges and the obsolescence of Soviet-era geological data, the planned resumption of geological exploration in 2026 with the support of international partners (USA, Canada, EU) opens opportunities for modern reserve verification, including at technogenic sites. Thus, the capitalisation of Western Donbas technogenic deposits is capable not only of diversifying sources of critical elements (germanium, gallium, scandium, rare earth metals), but also of addressing pressing environmental problems of the region, transforming accumulated waste from environmental liability into an economic asset for sustainable development.

References

1. Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No

168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1020 (Text with EEA relevance) (European Critical Raw Materials Act). Official Journal of the European Union. Available at: https://service.betterregulation.com/document/757590 [Accessed 6 April 2026].

2. Ishkov, V.V. and Shyshkov, O.S. (2026) "Mechanisms for realising the strategic potential of technogenic deposits of Western Donbas under public-private partnership conditions", Proceedings of the I All-Ukrainian Scientific-Practical Conference for Young Researchers with International Participation, 10 December 2025, Lutsk. – Lutsk, 2026. – P. 128–135.

3. Ministry of Industry and Trade (2025) "Critical Raw Materials Act, CRMA", mpo.gov.cz, 24 April. Available at: https://mpo.gov.cz/en/construction-and-raw-materials/raw-material-policy/critical-raw-materials-crma/critical-raw-materials-act--crma--287155/ [Accessed 6 April 2026].

4. Brereton, R. and Gray, R. (2026) The Paradox of Visibility. Available at: https://resourcecapitalfunds.com/insights/commodity-insights/the-paradox-of-visibility/

[Accessed 6 April 2026].

5. Andreassen, S. and Martor, B. (2024) "Adoption of the Critical Raw Materials Act by the European Council on 18 March 2024", Lexology, 9 April. Available at: https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=c7310a78-dc7a-43e0-9dae-518320aa6e80 [Accessed 6 April 2026].

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ “ROCKLOCK” ПРИ ВИБУХОВИХ РОТОБАХ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Симоненко Віталій Вадимович, група 184-22-7
***Науковий керівник:* д.т.н., проф. Анісімов Олег Олександрович**

У ці складні з економічної та екологічної точок зору часи на будь-якому кар’єрі може існувати низка проблем, які впливають на безпеку вибухових робіт, їхню ефективність та подальшу переробку видобутої сировини. Наявність в геологічному середовищі прошарків породи з різними фізико-механічними властивостями ускладнюють досягнення рівномірного дроблення під час проведення буровибухових робіт. Розташування кар’єрів поблизу житлових будинків вимагає використання захисних екранів під час вибуху для зменшення рівня сейсмічного впливу та надлишкового тиску повітря. Крім зазначеного, особливу увагу приділяють якості дроблення для підвищення ефективності подальшої переробки сировини. Компанія Advanced Blasting Technology пропонує своїм клієнтам передові технології, розроблені для забезпечення більш надійних результатів вибухових робіт, покращення дроблення матеріалу та оптимізації безпеки експлуатації [1].

Компанією ABTI було розроблено заглушку “RockLock”. Виготовлена з гнучкого пластику, ця сфера з високою міцністю на розрив, заповнена матеріалом, запобігає викиду забійки, поглинаючи та вирівнюючи поле тиску по всій свердловині. Під дією вибухового навантаження “RockLock” деформується та створює герметичне ущільнення, що не пропускає газ.

Традиційна висота забійки обмежена через міркування безпеки, а унікальна заглушка “RockLock” подовжує утримання матеріалу забійки, що дозволяє безпечно завантажувати вибухові речовини вище у свердловині для посилення руйнування породи. Під час робіт із декількома пластами, що мають породу з різними характеристиками, було досягнуто значних переваг завдяки використанню заглушок “RockLock”. Це непогана альтернатива загальноприйнятим практикам використання розосереджених зарядів у вибухових свердловинах, яка дозволяє завантаження окремого заряду вибухової речовини в зоні між проміжними зарядами. У випадках, коли для контролю сейсмічної дії або для запобігання додаткового розрихлення порід використовують розосередженні заряди, тривале утримання енергії допоможе запобігти міграції газу та більш ефективно буде виконана робота вибуху. Нездатність проміжного інертного матеріалу утримувати енергію може призвести до поширення або повного провалу сусіднього заряду вибухової речовини, що призводить до зниження ефективності вибуху, погіршення дроблення та підвищення рівня сейсмічного впливу.

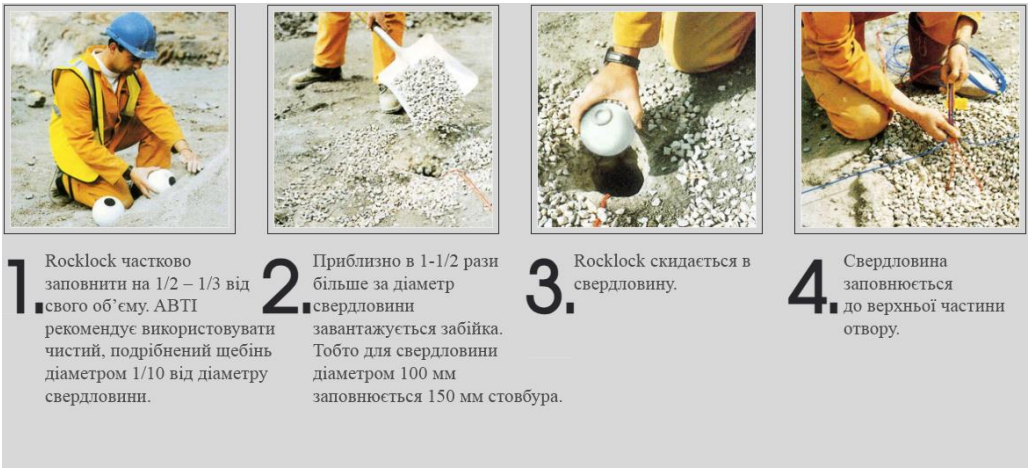


Рис. Інструкція використання “RockLock” [1]

Компанією АВТІ проведено кілька польових випробувань системи “RockLock” в кар’єрах. Заглушка для забивання отворів була піддана різноманітним випробуванням. У всіх дослідженнях під час буріння та підривання дотримувалися високих стандартів польового контролю, що стосувалися проектування підривання, підготовки уступів, розмітки схеми, буріння та завантаження підривних отворів. Було порівняно роботу забійки де половину з 69 підривних свердловин обладнали заглушками “RockLock”, а іншу половину — забивним матеріалом із подрібненого каменю.

Під час проведення вибухових робіт здійснено аналіз вибуху за допомогою високошвидкісної цифрової відеокамери. Аналіз часу між спалахом сигналу та першою видимою ознакою руху поверхні показав, що свердловини з “RockLock” мали час затримки 12,75 мілісекунд, що на 216% довше, ніж у свердловинах з забійкою дрібнотою. Дані аналізу показали, що заглушки забезпечили вищий ступінь фрагментації гірської породи з більш рівномірним розподілом розмірів.

Покращення дроблення та однорідність щебеню дозволяє прискорити виїмку та транспортування матеріалу, підвищити продуктивність дробарки. Застосування сучасних способів і методів ведення вибухових робіт із використанням заглушки “RockLock” дозволяє отримати економію, підвищити безпеку та ефективність ведення вибухових робіт.

Перелік посилань

1. Rocklock Stemming Plugs. Advanced Blasting Technology, Inc. URL: https://abtechinc.biz/rocklock/ (дата звернення 10.04.2026);
2. Rocklock Stemming Plugs. Advanced Blasting Technology, Inc. URL: https://www.youtube.com/watch?v=eA01mh9PLq0&t=1s (дата звернення 10.04.2026).

ПРО ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ СУЛЬФІДНИХ МІДНО-НІКЕЛЕВИХ РОДОВИЩ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Батрак Олександр Сергійович, група 103-22-1
***Науковий керівник*: Деревягіна Н.І. к.т.н., доцент,**
доцент кафедри гідрогеології та інженерної геології

Сульфідні мідно-нікелеві родовища мають обмежене поширення через специфічні умови формування. Вони приурочені переважно до тектонічно активізованих платформ і пов'язані з магматичними масивами основного та ультраосновного складу.

У світі відомо понад 400 родовищ нікелевих руд, з яких близько 235 належать до сульфідного типу. Найбільшими та найважливішими є родовища Норильськ-1 і Талнахське, групи родовищ Садбері та Томпсон (Канада), Камбалда і Маунт-Кіт (Австралія), Цзіньчуань (Китай). Початкові запаси кожного з них перевищували 1 млн т нікелю.

Найбільші сульфідні родовища пов'язані з давніми докембрійськими платформами та етапами тектономагматичної активізації. Для них характерна типова сульфідна мінералізація: піротин, пентландит і халькопірит.

Склад сульфідних розчинів визначає зональність і внутрішню будову рудних тіл, а метаморфічні процеси сприяють перерозподілу рудної речовини та ускладнюють геологічну будову родовищ.

Формування нікеленосних магматичних комплексів відбувається у декілька стадій:

- вилив лав;
- утворення вулканогенних товщ;
- формування інтрузій;
- утворення дайок.

Склад сульфідних розчинів визначає зональність і внутрішню будову рудних тіл, а метаморфічні процеси сприяють перерозподілу рудної речовини та ускладнюють геологічну будову родовищ.

У межах Українського кристалічного щита поширені ультрамафіт-мафітові комплекси, подібні до відомих світових нікеленосних систем, що свідчить про перспективність території щодо пошуків нікелевих руд.

Найбільш перспективним регіоном є Середнє Побужжя, де встановлено сульфідні мідно-нікелеві руди, пов'язані з коматіїтовими породами. Рудні тіла характеризуються значними розмірами та містять нікель, мідь і кобальт у промислових концентраціях.

Серед родовищ Середнього Побужжя найбільш перспективним є Тернуватське родовище з підвищеним вмістом нікелю.

У Придніпров'ї поширені нікелеві родовища кори вивітрювання серпентинітів, де вміст нікелю сягає 2 %.

Габро-піроксеніти Приазов'я габро-верлітової формації містять прояви сульфідної мінералізації промислового значення.

Перелік посиалнь

1. Михайлов В.А. Стратегічні корисні копалини України та їх інвестиційна привабливість: монографія. К. : ВПЦ «Київський університет», 2023. – 256 с.
2. Іванов Є. Географія мінеральних ресурсів України : монографія / Мирослав Сивий, Ігор Паранько, Євген Іванов. – Львів : Простір М, 2013. – 684 с.
3. С. І. Примушко, В. Ф. Величко. Мінеральні ресурси України. Київ : Державний інформаційний геологічний фонд України, 2021. 270 с.
URL: https://geoinf.kiev.ua/wp/wp-content/uploads/2021/11/m_r_2021.pdf
4. Корисні копалини України: навчальний посібник/ І.Паранько, С. Ярков. – Кривий Ріг, Видавничий дім, 2011. – 364 с.

РОЛЬ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ У РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Тубольцев Володимир Вітальович, група 101-22-1
***Науковий керівник* Ломазов П.К., PhD, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища**

Забруднення атмосферного повітря є однією з ключових екологічних проблем сучасності, значною мірою зумовленою викидами автотранспорту. У зв'язку з цим у країнах Європейського Союзу активно впроваджується електромобільність як інструмент декарбонізації транспортного сектору [1].

Електромобілі забезпечують зниження локальних викидів забруднюючих речовин, однак їх розвиток супроводжується зростанням попиту на критичну мінеральну сировину. Основними ресурсами, що використовуються у виробництві електромобілів, є літій, кобальт, нікель, графіт та рідкісноземельні елементи, які необхідні для функціонування акумуляторних батарей і електродвигунів [2].

Аналіз сучасних досліджень показує, що саме електромобільність є одним із ключових факторів зростання попиту на критичну мінеральну сировину. Особливо це стосується літій-іонних акумуляторів, які концентрують значну частину споживання зазначених ресурсів. Умови глобального енергетичного переходу сприяють подальшому збільшенню попиту на ці матеріали [3].

Взаємозв'язок між електромобільністю та критичною мінеральною сировиною наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Схема взаємозв'язку електромобільності та критичної мінеральної сировини

Критична мінеральна сировина у виробництві електромобілів відображена в табл. 1.

Таблиця 1.

Критична мінеральна сировина як ресурсна основа електромобільності

Вид сировини	Функція в електромобілі	Основний ризик	Значення для ЄС та України
Літій	Основа літій-іонних акумуляторів	Залежність від постачання, цінова волатильність	Ключовий матеріал для батарей; попит зростає
Кобальт	Стабільність і безпека катодів	Висока концентрація видобутку	Вразливість ланцюгів постачання ЄС
Нікель	Підвищення енергомісткості	Ризик дефіциту	Важливий для високоефективних батарей
Графіт / РЗЕ	Аноди та магніти для двигунів	Концентрація переробки	Посилює технологічну залежність

Отримані результати свідчать, що критична мінеральна сировина є невід'ємною складовою виробництва електромобілів, а основне навантаження припадає на літій-іонні акумулятори, які концентрують споживання літію, нікелю та кобальту.

Проведений аналіз показує, що ключовими ризиками є висока концентрація видобутку та переробки, а також нестабільність постачання, що може обмежувати розвиток електромобільності. Видобуток цієї сировини супроводжується екологічними наслідками, зокрема деградацією земель і забрудненням водних ресурсів, що свідчить про перенесення екологічного навантаження у сферу видобутку. Водночас Україна має потенціал розвитку власної ресурсної бази та інтеграції у європейські ланцюги постачання. Наша країна входить до європейської десятки за запасами титану (7% світових резервів), літію (одні з найбільших запасів у Європі – близько 500 000 тонн), графіту (20% світових ресурсів), нікелю, марганцю та рідкоземельних елементів [4]

Проведений аналіз показав, що видобуток цієї сировини супроводжується екологічними ризиками, а країни Європейського Союзу характеризуються високою імпортною залежністю. У цьому контексті Україна має потенціал розвитку власної ресурсної бази та може відігравати важливу роль у забезпеченні європейського ринку. Отже, зниження викидів автотранспорту через електромобільність супроводжується з необхідністю раціонального використання та забезпечення критичної мінеральної сировини.

Перелік посилань

1. International Energy Agency

Global EV Outlook 2025: Electric vehicle batteries [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025/electric-vehicle-batteries?utm_source

2. European Commission Critical Raw Materials Act (2023) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_en

3. Critical materials for electrical energy storage: Li-ion batteries // Journal of Energy Storage. – Режим доступу: https://doi.org/10.1016/j.est.2022.105471

4. Критичні мінерали України: стратегія, інвестиції, відбудова [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://kostrzhevskyi.com/krytychni-mineraly-ukrayiny/

ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОКЛАДІВ МІДІ УКРАЇНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Могилинець Валерія Сергіївна, група НЗм-25-2
***Науковий керівник*: Деревягіна Н.І. к.т.н., доцент, доцент кафедри гідрогеології та інженерної геології**

Мідні родовища в природі поділяються на сульфідні, оксидні та змішані. Відомо понад 230 мінералів міді, але промислове значення мають близько 17–20, серед яких самородна мідь, халькопірит, борніт, халькозин, ковелін, малахіт, азурит та ін. Основними мінералами сульфідних руд є халькозин, борніт і халькопірит, які забезпечують до 90 % світового видобутку міді. В окиснених рудах переважають куприт, малахіт, азурит. Мідь часто супроводжується Ni, Co, Pb, Au та іншими елементами.

За генезисом родовища поділяються на магматичні, скарнові, гідротермальні, колчеданні та стратиформні. У ранні стадії геосинклінального розвитку формувалися колчеданні родовища, а пізніше — скарнові та міднопорфірові. У платформних умовах утворювалися родовища мідистих пісковиків і сланців, а також магматичні мідно-нікелеві руди.

В Україні розвіданих родовищ міді наразі немає, однак визначені перспективні райони: Волино-Подільська плита, Дніпровсько-Донецька западина, Український щит та Донбас. Найбільший інтерес становлять поклади самородної міді у трапових утвореннях Волині. Тут зруденіння пов’язане з верхніми частинами базальтових лав, а інші мінерали присутні у незначній кількості.

Волинські родовища за своїми характеристиками подібні до родовищ Верхнього Озера (США), Канади та Китаю, але відзначаються високою чистотою самородної міді. У її складі переважають домішки заліза і срібла. Прикладом є рудопрояв «Жиричі», де рудні тіла мають пластоподібну форму, значну протяжність і потужність до 19,3 м. Прогнозні ресурси міді на Волині оцінюються у 28 млн т.

Мідне зруденіння Українського щита пов’язане з мідно-колчеданними та мідно-нікелевими формаціями. Такі руди містять також нікель, кобальт, золото і платиноїди. Родовища мідистих пісковиків і сланців формуються у крайових частинах прогинів і характеризуються стабільним складом. Водночас їх роль у світових запасах є обмеженою.

На північному заході Українського щита виділяється Рафаїлівський рудний вузол, де самородна мідь міститься у тріщинах і мигдалинах базальтів із вмістом близько 1,14 %. Глибина залягання руд становить 10–150 м, що разом із хорошими технологічними властивостями дозволяє очікувати ефективну розробку.

У Донбасі відомі родовища мідистих пісковиків у Бахмутській улоговині (Берестянське, Гладосовське, Івангрaдське), з прогнозними ресурсами до кількох мільйонів тонн. Їх перспективність пов’язана з комплексним складом руд, що містять також срібло, галій, германій і платиноїди.

У Карпатському регіоні (Рахівський масив) виявлено близько 10 рудопроявів міді, серед яких Гаврищук, Полонське та Піп-Іван. Рудні тіла мають потужність до 3 м, а мінералізовані зони — до 38 м. Основними мінералами є пірит і халькопірит, з домішками галеніту і сфалериту. Прогнозні ресурси оцінюються у 0,7 млн т.

Перелік посилань

1. Мідь Волині. Наукові праці Інституту фундаментальних досліджень / Відп. ред. В.О. Шумлянський. – К.: Знання України, 2002. – С. 112.

2. Квасниця В.М. Особливості самородної міді України / В.М. Квасниця, І.В. Квасниця // Мінерал : Наук. зб. – 2002. – № 52. – Вип. 1. – С. 55–60.

3. Мідні руди / Л. С. Галецький, В. С. Білецький, В. І. Павлишин // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол. : І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2018.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВИДОБУТКУ КРИТИЧНОЇ СИРОВИНИ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фадєєв В.Ю., група 183м-24н-1
***Науковий керівник*: Павличенко А.В., професор,**
професор кафедри ЕТЗНС

Видобуток критичної сировини (літій, кобальт, нікель тощо) призводить до значних викидів пилу та газових забруднювачів, що негативно впливає на атмосферу і здоров'я населення. Інтелектуальні системи аналізу даних на основі машинного навчання (ML), великих даних (Big Data) та ГІС забезпечують більш точний та оперативний моніторинг і прогноз якості повітря у гірничій галузі. Останні дослідження показують, що глибокі нейромережеві моделі суттєво підвищують точність прогнозування забруднення в зонах видобутку [1].

Kamran та співавт. (2024) відзначають, що в умовах відкритого копалення пил є критичним фактором забруднення атмосферного повітря; використання алгоритмів K-середніх та Random Forest дозволило з 97% точністю прогнозувати індекс якості повітря (AQI), оптимізуючи графіки робіт за сприятливих умов [2].

Аналогічно, огляд Kaldate et al. (2025) демонструє провідну роль ШІ у прогнозуванні якості повітря на гірничих об'єктах: глибоке навчання систематично перевершує традиційні методи, а інтеграція реальних даних з різних джерел забезпечує проактивне управління забрудненням [1].

Таким чином, розробка та обґрунтування концепції інтелектуальної системи моніторингу та оцінки впливу видобутку критичної сировини на атмосферне повітря з використанням сучасних IT-технологій (AI, Big Data, ГІС, ДЗЗ) є перспективним напрямом розвитку систем екологічного моніторингу.

В таблиці 1 зазначені основні методи та системи інтелектуального аналізу даних оцінки впливу видобутку критичної сировини на атмосферне повітря.

Таблиця 1.
Методи та системи аналізу даних [3, 4]

№	Опис методу
1. Машинне навчання та ШІ	Алгоритми кластеризації і прогнозування (K-means, Random Forest, нейромережі) для обробки комплексних екологічних даних.
2. Аналіз великих даних (Big Data)	Комбіновані моделі прогнозування якості повітря (наприклад, ICEEMDAN-WOA-ELM) з різнорідних сенсорних та метеоданих.

3. ГІС-інструменти	Просторовий аналіз зон впливу (обчислення перенесення забруднювачів по місцевості, картографування концентрацій). Відомі ГІС-моделі (напр., GIS-інтегрована Gaussian-модель) дають змогу моделювати розсіювання забруднювачів із врахуванням рельєфу та джерел викидів.
4. Дистанційне зондування	Використання супутникових даних (Sentinel-5P, MODIS тощо) для оцінки концентрацій основних забруднювачів (NO_2, SO_2, CO) над регіонами видобутку.
5. Моделі дифузії	Атмосферні моделі розсіювання (Gaussian, CFD) для симуляції перенесення пилу та газів залежно від метеоумов і топографії.

Таблиця 2

Огляд сучасних досліджень в сфері застосування

Рік	Тип дослідження	Ключовий внесок
2024	Емпіричне дослідження	Прогнозування AQI у кар'єрі методами ML (K-means+RF) з 97% точністю.
2025	Оглядова стаття	Концептуальна модель моніторингу/прогнозу якості повітря на гірничих підприємствах (AI-системи).
2024	Розробка/демонстрація	Система безперервного ШІ-моніторингу концентрації пилу в шахтній атмосфері (реальний час).
2023	Методологічна стаття	Модель Big Data + AI прогнозу якості повітря (послідовність ICEEMDAN-WOA-ELM).
2025	Звіт/політичний документ	Аналіз соціальних і екологічних ризиків видобутку CRM (здоров'я, навколишнє середовище).

Аналіз сучасних досліджень свідчить про домінування ML-підходів у задачах прогнозування якості повітря, тоді як інтеграція з GIS і ДЗЗ залишається недостатньо реалізованою.

На основі проведеного аналізу сформовано практичні рекомендації щодо удосконалення систем аналізу даних задля удосконалення систематизації аналізу даних для оцінки впливу видобутку критичної мінеральної сировини на атмосферне повітря. Практичні рекомендації:

Інтеграція даних: розгорнути на промислових майданчиках мережу автоматизованих постів і сенсорів для збору даних про концентрації забруднювачів та метеоумови.

AI-моделювання: впровадити ML-модулі для прогнозування показників якості повітря і раннього попередження про перевищення.

ГІС-платформи: використовувати геоінформаційні системи для просторового моніторингу і оцінки впливу окремих об'єктів (кар'єрів, дробарок, доріг) на навколишнє середовище.

Дистанційний моніторинг: залучати супутникові дані (Sentinel та ін.) для доповнення наземного моніторингу особливо в віддалених чи важкодоступних районах.

Управлінські рішення: інтегрувати результати аналізу в систему прийняття рішень: коригувати виробничі графіки за несприятливих метеоумов і регулярно оновлювати прогнози з урахуванням нових даних.

Перелік посилань

1. AI-Based air quality monitoring and forecasting in mining regions. (2025). Journal of Mining and Metallurgy & Fuels. https://doi.org/10.18311/jmmf/2025/50781

2. Kamran, M., Jiskani, I. M., Wang, Z., & Zhou, W. (2024). Decision intelligence-driven predictive modelling of air quality index in surface mining. Engineering Applications of Artificial Intelligence. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.108399

3. An innovative decision making method for air quality monitoring based on big data-assisted artificial intelligence technique. (2022). Journal of Innovation & Knowledge. https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100294

4. Al-Alola, S. S., Alkadi, I. I., Alogayell, H. M., Mohamed, S. A., & Ismail, I. Y. (2022). Air quality estimation using remote sensing and GIS-spatial technologies along Al-Shamal train pathway, Al-Qurayyat City in Saudi Arabia. Environmental and Sustainability Indicators. https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100184

ЦИРКУЛЯРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОСВОЄННЯ РОЗСИПНИХ ТИТАН-ЦИРКОНІЄВИХ РОДОВИЩ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Літвінова Катерина Сергіївна, група 184-24-7
Науковий керівник: Ложніков О.В., професор кафедри відкритих гірничих робіт, доктор технічних наук, Доктор-Інженер

Основні проблеми сучасного стану розробки розсипних родовищ пов'язані, передусім, з утворенням значних обсягів відходів виробництва, які складуються у зовнішніх хвостосховищах. Розміщення таких об'єктів потребує значних земельних ресурсів і супроводжується суттєвим негативним впливом на навколишнє середовище. Крім того, для існуючих технологічних схем характерний низький рівень комплексного використання супутніх корисних копалин, що призводить до втрат цінних компонентів мінеральної сировини. Водночас відзначаються значні обсяги транспортних робіт, які зумовлюють підвищення енергоємності процесу та зростання експлуатаційних витрат.

Разом із цим, ускладнення гірничо-геологічних умов розробки обумовлює виникнення додаткових технологічних труднощів. Зокрема, для Мотронівсько-Аннівської ділянки характерною є наявність тонкодисперсних пісків-пливунів, що відзначаються високим ступенем водонасиченості та низькою водовіддачею. Такі властивості виключають можливість застосування традиційних способів осушення родовища та потребують впровадження принципово нових технологічних рішень. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження принципів циркулярної економіки у гірничодобувну галузь. Сутність даного підходу полягає у розгляді відходів гірничого виробництва як вторинної мінерально-сировинної бази, тобто як техногенних родовищ, придатних для подальшого освоєння. Реалізація такого підходу забезпечує підвищення рівня ресурсоефективності виробництва та зниження антропогенного навантаження на довкілля.

Для розробки обводнених розсипних родовищ доцільним є застосування комбінованої технології, що поєднує механічний розкрив із підводним способом видобутку з використанням земснарядів. При цьому ключовим елементом технологічної схеми є використання плавучого гідромеханізованого добувного комплексу, розміщеного безпосередньо у межах кар'єру, що дозволяє інтегрувати процеси видобутку та первинного збагачення сировини. У межах запропонованої технології здійснюється розділення гірничої маси на три основні складові: чорновий концентрат, піщану та глинисту фракції. Концентрат направляється на подальшу переробку, тоді як піщано-глинисті відходи збагачення транспортуються у вироблений простір кар'єру з формуванням внутрішніх відвалів. Таким чином реалізується замкнений технологічний цикл, що дозволяє практично повністю відмовитися від створення зовнішніх хвостосховищ. Перехід до зазначеної технологічної схеми забезпечує суттєві техніко-економічні переваги. Зокрема, відзначається значне скорочення обсягів транспортних робіт – у декілька разів порівняно з традиційними методами, що

сприяє зниженню енергетичних і матеріальних витрат. Відмова від зовнішніх хвостосховищ, у свою чергу, дозволяє скоротити площі порушених земель і зменшити витрати, пов'язані з їх відведенням та утриманням.

Важливим аспектом є також підвищення рівня комплексного використання мінеральної сировини. Навіть незначні обсяги супутніх компонентів можуть бути залучені до переробки, що підвищує загальну ефективність функціонування гірничого підприємства. Частина матеріалів, зокрема глинисті породи, накопичується у внутрішніх відвалах і може розглядатися як перспективна сировинна база для подальшого використання. Особливого значення набуває питання формування посттехногенного ландшафту. Запропонована технологія передбачає проведення робіт з рекультивації порушених територій паралельно з видобутком корисних копалин. У результаті формується новий ландшафт із елементами гідротехнічних споруд, водойм і піщаних масивів, що сприяє покращенню гідрогеологічних умов, зокрема за рахунок поповнення водоносних горизонтів.

Впровадження циркулярних технологій при розробці розсипних родовищ забезпечує комплексне вирішення технологічних, економічних і екологічних проблем галузі. Це дозволяє зменшити обсяги відходів, підвищити ефективність використання мінеральних ресурсів і знизити негативний вплив на навколишнє середовище, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку гірничого виробництва.

Представлені результати отримано в рамках виконання Проєкту 2025.02/0048 «Обґрунтування параметрів ресурсозберігаючої технології замкнутого циклу при освоєнні критичної сировини титанових родовищ» за підтримки Національного фонду досліджень України.

Перелік посилань

1. Ложніков О. В. Технологічні основи комплексного освоєння мінеральної сировини при розробці обводнених розсипних родовищ : АВТОРЕФЕРАТ. Дніпро, 2021.

2. Обґрунтування раціональних технологічних схем розробки видобувних уступів на обводнених родовищах титану / Б. Собко та ін.

3. Different Scenarios for the Development of the Circular Economy Based on the Deposit System – The Case of Romania / S. Vasile Alecsandru et al. ECONOMIC COMPUTATION AND ECONOMIC CYBERNETICS STUDIES AND RESEARCH. 2024. Vol. 58, no. 1/2024. P. 120–137. URL: https://doi.org/10.24818/18423264/58.1.24.08

4. Mining sustainability and circular economy in the context of economic security in Ukraine / K. Markevych et al. Mining of Mineral Deposits. 2022. Vol. 16, no. 1. P. 101–113. URL: https://doi.org/10.33271/mining16.01.101

5. Zarębski A., Zarębska J., Marosek K. Implementation of the Deposit System in Poland as a Tool for Implementing the Circular Economy. Energies. 2024. Vol. 17, no. 21. P. 5489. URL: https://doi.org/10.3390/en17215489

СВІТОВА ЕКОНОМІКА ТА МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ

КЛАСТЕРНІ ОБ'ЄДНАННЯ ЯК ФОРМА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Агафонов Андрій Олексійович, група ЕКм-25-1
***Науковий керівник:* д. е. н., проф. Пилипенко Юрій Іванович**

Сучасний соціально-економічний розвиток суспільства характеризується масштабними інноваційними процесами, які викликають зміни як у структурі виробництва, формах зайнятості, так і інших сферах функціонування суспільства. Як свідчить практика, вони докорінним чином змінюють способи ведення бізнесу і виступають головними чинниками національної конкурентоспроможності. Все це вимагає від суб'єктів господарювання на всіх економічних рівнях пошуку способів нарощування інноваційності. Остання може бути забезпечена через створення кластерів, у межах яких економічні суб'єкти отримують можливість функціонувати у сприятливому для інновацій середовищі і поєднувати конкуренцію і кооперацію, вилучаючи максимальний ефект від такого сполучення.

В економічній науці існує декілька підходів до виділення кластерів. Однією із найбільш відомих класифікацій є типологія, створена А. Маркузен. Вона включає в себе чотири типи кластерних об'єднань, що утворилися на регіональному рівні.

Перший тип, який умовно названо «промисловий район Маршалла» (Marshallian cluster model), характеризується бізнес-структурою, в якій домінують малі та середні місцеві фірми. У цьому типі кластера функціонують фірми з однієї галузі і використовують позитивний ефект масштабу завдяки компактному розташуванню і використанню спільних ресурсів. Такі регіональні кластерні об'єднання характеризуються значним обсягом торгівлі між місцевими постачальниками та покупцями, які по'вязані між собою довгостроковими контрактами. Особливістю такого типу кластеру є те, що він не характеризується діяльністю кожної конкретної фірми, а виступає як єдина гнучка виробнича одиниця всередині регіону.

Другий тип – «центр і промені» (Hub and spoke cluster model), є кластером, в якому одна або кілька великих компаній виконують роль центра, відіграючи ключову роль у місцевому бізнесі. Ці фірми є вертикально інтегрованими структурами, які оточені місцевими постачальниками та не відзначаються локальною вбудованістю. Як правило, вони також глобально орієнтовані з точки зору своїх ресурсів, продуктів або послуг, а також щодо прийняття інвестиційних рішень. Ієрархічний характер побудови взаємодій між домінуючим центром і іншими фірмами функціонує на механізмах субконтрактів і аутсорсингу. Прикладом такого типу кластеру є автомобілебудування, електроніка, коли існує головна компанія і багато фірм, що займаються збиранням кінцевої продукції.

Третій тип – «промислові платформи-супутники» (Satellite platform model) характеризується бізнес-структурою, в якій домінуючу роль відіграють філії великих компаній, що перебувають у зовнішній власності. Ці філії можуть

мати різний характер виробництва, від рутинних заводів по збиранню продукції до самостійних дослідницьких центрів. Найчастіше такий тип кластера виникає у результаті залучення в регіон іноземних інвестицій, шляхом виробництва комплектуючих виробів. Оскільки кожна філія контролюється своєю віддаленою штаб-квартирою, її співпраця з іншими місцевими суб'єктами, як правило, не є широкою. Таким чином, супутниковий тип кластера об'єднує підприємства, які орієнтовані на постачання товарів та послуг іншим фірмам, які є зовнішніми по відношенню до даного кластеру. При цьому конкуренція між самими супутниками є обмеженою, оскільки фірми працюють в одному технологічному ланцюжку і, відповідно, виробляють різні види продукції.

Четвертий тип – «промислові райони, що базуються на державному рівні» (State anchored cluster model), передбачає бізнес-сценарій, в якому домінує місцева присутність державних або національних центрів, потужних урядових установ або провідних державних університетів. За таких умов економічна активність в регіоні виявляється прив'язаною до державної структури, наприклад, військової бази, підприємства оборонного комплексу або наукової установи фундаментальної науки [1].

Кластери також піддають більш глибокій класифікації з урахуванням галузевої специфіки. Серед таких виділяються наступні типи:

1. Дискретні кластери. Включають підприємства, що виробляють продукти (і пов'язані послуги), які складаються з дискретних компонентів. Це підприємства автомобілебудування, авіаційної промисловості, суднобудування, двигунобудування та інших галузей машинобудівного комплексу, а також організації будівельної галузі і виробництва будівельних матеріалів. Як правило, такі кластери формуються з малих та середніх компаній-постачальників, що розвиваються навколо підприємств зі збирання готової продукції та будівельних організацій.

2. Процесні кластери. Утворюються підприємствами, що належать до таких галузей, як хімічна, целюлозно-паперова, металургійна галузь, а також сільське господарство, харчова промисловість тощо.

3. Туристичні кластери. Формуються на базі туристичних об'єктів у регіоні та складаються з підприємств різних секторів, пов'язаних з обслуговуванням туристів, наприклад, туристичних операторів, готелів, секторів громадського харчування, виробників сувенірної продукції, транспортних підприємств та інших.

4. Транспортно-логістичні кластери. Включають комплекс інфраструктури і компаній, що спеціалізуються на зберіганні, супроводі та доставці вантажів і пасажирів. Кластер може включати також організації, що обслуговують об'єкти портової інфраструктури, компанії, що спеціалізуються на морських, річкових, наземних, повітряних перевезеннях, логістичні комплекси та інші.

5. Інноваційні та «творчі» кластери розвиваються у так званих «нових секторах», таких як інформаційні технології, біотехнології, нові матеріали, а також у секторах послуг, пов'язаних із здійсненням творчої діяльності (наприклад, кінематографії). Інноваційні кластери включають велику кількість нових компаній, що виникають у процесі комерціалізації технологій та результатів

наукової діяльності, що проводяться у вищих навчальних закладах та дослідницьких організаціях.

6. Кластери змішаних типів, що поєднують ознаки кількох типів кластерів [2].

Основною відмінністю між традиційним промисловим і інноваційним кластером є наявність у останнього значного інноваційного потенціалу, що відзначається спроможністю значно підвищити конкурентоспроможність продукції кластеру та надати можливість учасникам для виходу на зовнішні ринки. Таким чином, інноваційні кластери визначаються не галузевою спеціалізацією, а стадією розвитку інновацій. Також вони відрізняються природою та поведінкою учасників – у кластері відбувається швидка поява нових фірм, які комерціалізують нові технології, створюють нові ринки та виходять на світові ринки.

Як показує практика, інноваційні кластери більшою мірою орієнтовані за зовнішні економічні ринки, тоді як традиційні промислові кластери випускають кінцеву продукцію майже завжди на внутрішні ринки. Це відбувається у силу їхньої неспроможності конкурувати на зовнішніх ринках. Наприклад, промислові підприємства видобувних галузей мають низький рівень створення доданої вартості, що фактично перетворює їх на постачальників сировини, у тому числі, й на зовнішні ринки. Ці галузі є низькорентабельними та не мають значних перспектив для власного конкурентоспроможного економічного розвитку. Більшою мірою у міжнародній економічній діяльності вони слугують сировинними додатками до вже розвинених виробництв. Внаслідок відсутності необхідності для розвитку кооперації, видобувні галузі, зазвичай, не потребують інноваційного кластерного об’єднання, а формують промислові кластери традиційного типу.

Основним завданням інноваційного кластеру є створення навколо компаній-лідерів або університетів особливого середовища, яке, з одного боку, допомагає активно розвиватися самій компанії або вирішує завдання «вирощення» нової глобальної інноваційної компанії, а з іншого боку - дає поштовх до входу на ринок великої кількості малих та середніх фірм, що слугують постачальниками, партнерами або клієнтами глобальної компанії. При цьому інноваційний територіальний кластер може створюватись двома способами:

– за рахунок оточення необхідними виробництвами великої компанії, що допомагає «виростити» національного лідера;

– за рахунок оточення необхідними виробництвами університету, що дозволяє виростити компанію в нових технологічних умовах, коли великих гравців на цьому ринку ще не існує [3].

Найбільш показовим прикладом високотехнологічного кластера є Силіконова долина, яка об’єднує у собі усі чотири типи кластерів, охарактеризовані А. Маркузен. На рисунку 1 представлено графічне зображення структурних елементів технологічного кластера на прикладі Силіконової долини.

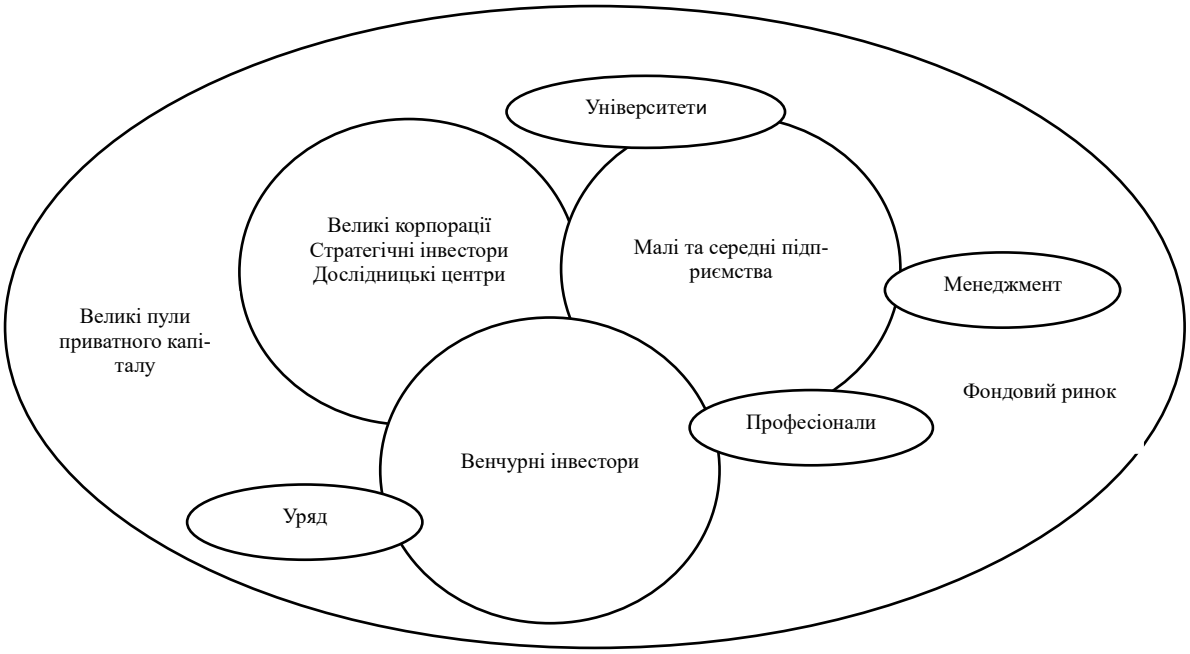


Рисунок 1 – Структура технологічного кластеру Силіконової долини
Джерело [3, с. с.38].

Згідно рисунку 1, Силіконова долина є типовим «промисловим районом Маршалла». Однак, при цьому вона також характеризується моделлю «центр і промені». Головним хабом Силіконової долини є Стенфордський університет і Hewlett-Packard. Далі йдуть «промені» – сімдесят чотири супутникові промислові платформи Qian з філіями IBM, Oki, NTK Ceramics, Hyundai та Samsung. Поряд з цим Силіконова долина може вважатися і «промисловим районом, що базуються на державному рівні», оскільки в ній присутній потужний сектор оборонної електроніки та зв'язку. Щодо безпосереднього способу еволюції кластера, то в Силіконовій долині багато сфер стали результатом появи нових фірм від провідної інноваційної компанії. Наприклад, компанія Fairchild Semiconductor відіграла вирішальну роль у формуванні напівпровідникового кластера, виділивши велику кількість нових учасників, включаючи таких великих гравців, як AMD, Intel та National.

Перелік посилань:

1. Markusen A. Sticky Places in Slippery Space: A Typology of Industrial Districts. *Economic Geography,* 1996. № 72 (3). С.293–313.

2. Кизим О.М. Кизим М. О Промислова політика та кластеризація економіки України : монографія. Х. : ВД «Інжек», 2011. 304 с.

3. Стрельченко І., Терещенко П. Роль регіональних кластерів у стимулюванні економічного розвитку країни. *Молодий вчений*, 2025. №2 (133). С. 228–231.

НЕРІВНІСТЬ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ КРАЇН СВІТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ахмедов Самір Закарійя огли, група 292-22-1
Науковий керівник: к.е.н., доц. Литвин Марина Валентинівна

Нерівність соціально-економічного розвитку країн світу є однією з найактуальніших проблем сучасної світової економіки. Вона проявляється у різному рівні доходів населення, якості життя, доступі до освіти, медицини та сучасних технологій. Умови глобалізації не усувають ці відмінності, а часто посилюють їх, оскільки найбільші переваги отримують держави з потужною економікою та розвиненими інститутами [1].

Сутність цієї нерівності полягає не лише в різниці макроекономічних показників, а й у різній здатності країн забезпечувати стале зростання, соціальний захист і розвиток людського потенціалу. Держави з ефективною економічною структурою, високою інвестиційною активністю та інноваційним середовищем мають кращі перспективи розвитку, тоді як інші стикаються з хронічним відставанням [1].

Одним із ключових чинників поглиблення диспропорцій є глобалізація. Вона відкриває доступ до міжнародної торгівлі, капіталів і технологій, але водночас посилює конкуренцію між країнами. У результаті вигоди частіше отримують ті держави, які вже мають сильну економічну базу, а менш розвинені країни нерідко закріплюються у ролі постачальників сировини або дешевої робочої сили [2].

Важливе місце в сучасній системі нерівності посідає цифровий чинник. Країни, які активно впроваджують цифрові технології, електронні сервіси та інноваційні рішення, підвищують продуктивність і конкурентоспроможність. Натомість держави з недостатнім рівнем цифрового розвитку стикаються з новими бар'єрами, що поглиблюють їхнє відставання [2].

Нерівність розвитку не обмежується економічною сферою. Вона впливає на рівень освіти, тривалість життя, доступ до медичних послуг і соціального захисту. Саме тому для її оцінювання недостатньо одного показника, наприклад ВВП. Необхідно застосовувати систему індикаторів, яка поєднує економічні та соціальні характеристики розвитку [3].

Особливого значення набувають інтегральні показники, зокрема індекс людського розвитку. Він дозволяє врахувати дохід, освіту і тривалість життя в єдиній оцінці та отримати більш об'єктивне уявлення про стан країни. Такі інструменти дають змогу порівнювати держави між собою та виявляти масштаби глобальних диспропорцій [3].

Наслідки нерівності є відчутними для всього світу. Вона посилює міграційні процеси, соціальну напруженість, нестабільність та ускладнює досягнення цілей сталого розвитку. У країнах із низьким рівнем розвитку нерідко бракує ресурсів для модернізації економіки, що відтворює відставання в довгостроковій перспективі [4].

Для України ця проблема має особливе значення, оскільки підвищення рівня соціально-економічного розвитку є необхідною умовою зміцнення конкурентоспроможності держави. Подолання відставання потребує модернізації економіки, розвитку науки, освіти, інновацій та підвищення ефективності державного управління [4].

Отже, нерівність соціально-економічного розвитку країн світу є багатофакторним явищем, що формується під впливом економічних, соціальних, технологічних та інституційних причин. Її подолання можливе лише за умови комплексного підходу, спрямованого на розвиток людського капіталу, цифрову модернізацію та зміцнення інститутів [1; 2; 3; 4].

Перелік посилань

1. Маркіна І. А., Калініченко О. В., Лесюк В. С. Економічна нерівність: світовий досвід та особливості в Україні. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2019. № 3. С. 172–180.

2. Богун М. М. Глобалізація та її вплив на розвиток соціально-економічних систем. Стратегія економічного розвитку України. 2021. № 48. С. 5–12.

3. Чалюк Ю. Індексна оцінка соціально-економічної динаміки. Підприємництво та інновації. 2023. № 29. С. 45–52.

4. Булатова О. В., Резнікова Н. В., Іващенко О. А. Цифровий розрив чи цифрова нерівність? Нові виміри глобальних асиметрій соціально-економічного розвитку і міжнародної торгівлі в умовах техноглобалізму. Вісник Маріупольського державного університету. Серія: Економіка. 2023. Вип. 25. С. 45–57.

РОЛЬ ТРАНСНАЦІОНАЛЬНИХ КОРПОРАЦІЙ У РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Балицький Олег Олександрович, група 292-22-1
Науковий керівник: к.е.н., доц. Геращенко Світлана Олександрівна

Транснаціональні корпорації виступають ключовими суб'єктами світової економіки, в сучасних умовах глобалізації, що стимулюють та забезпечують розвиток світового господарства, формування глобальних виробничих мереж і ланцюгів, прискорюють інтеграцію національних економік країн у світову економіку [1].

Однією з основних особливостей транснаціональних корпорацій є те, що вони складаються з материнської компанії в одній країні та філіалів в інших, декількох країнах. Ця система дозволяє міжнародним підприємствам ефективно координувати власні виробничі та фінансові процеси на міжнародному рівні. Завдяки цьому, транснаціональні компанії формують фундамент світового виробництва та виступають провіднимі акторами міжнародних економічних видносин [2].

Також варто зазначити, що транснаціональні корпорації також є генераторами прямих іноземних інвестицій. Інвестиційна діяльність ТНК напряму стимулює модернізацію виробництва, розвиток інфраструктури, підвищює рівень зайнятості населення [1].

Значну роль транснаціональні корпорації відіграють у поширенні інновацій і сучасних технологій. ТНК займаються інвестуванням у накові дослідження, впроваджують нові технології та управлінські практики, що також сприяє підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності економіки [5].

ТНК формують глобальні ланцюги вартості, які передбачають розміщення окремих етапів виробництва у різних країнах світу, в залежності від їх конкуретних переваг, із метою оптимізувати витрати виробництва та підвищити ефективність використання ресурсів [2].

Але, від діяльності транснаціональних компаній можна спостерігати не лише позитивні наслідки, а й ще і певні негативні. Зокрема, ТНК можуть спричиняти нерівномірний розподіл доходів, посилювати залежність економік країн від зовнішнього капіталу, мати певний політичний вплив. Особливо варто зазначити про ухилення від оподаткування, існують ризики використання транснаціональними корпораціями певних механізмів ухилення від оподаткування, що може призводити до втрат державних бюджетів і поглиблення економічних дисбалансів [3].

Особливого значення набуває вплив транснаціональних корпорацій на економіку України. Вони сприяють залученню іноземних інвестицій, розвитку експорту та впровадженню сучасних технологій, проте потребують ефективного державного регулювання [4].

Державна політика має бути спрямована на створення сприятливого інвестиційного клімату, підтримку національного виробника та забезпечення економічної безпеки країни в умовах глобалізації [4].

Особливого значення набуває вплив транснаціональних корпорацій на розвиток економіки України, ТНК залучають прямі іноземні інвестиції, забезпечують зростання експорту та провадженню новітних сучасних технологій, проте транснаціональні фірми потребують ефективного державного регулювання для мінімізації негативних наслідків від їхньої діяльності. Державна політика має бути спрямована на створення сприятлового інвестиційного клімату, але не забувати про важливу підтримку національного виробника та забезпечення економічної безпеки країни в умовах глобалізації [4].

Отже, можна прийти до висновку, що транснаціональні корпорації – це важливий фактор розвитку сучасної світової економіки, який має, як і позитивний вплив, так і негативний. Завдяки транснаціональним компаніям, забезпечується інтеграція національних економік, розвиток інновацій, технологій та міжнародного співробітництва, але варто приділяти увагу ефективному регулюванню для забезпечення сталого розвитку.

Перелік посилань

1. Сімахова А.О., Юрчук К.Ю. Оцінка впливу діяльності ТНК на країни, що розвиваються. URL: https://www.researchgate.net/publication/391666601 (дата звернення: 22.04.2026).

2. Качур А.В. ТНК та їх роль у сучасних міжнародних економічних відносинах. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/19_ukr/9.pdf (дата звернення: 22.04.2026).

3. Шкурат І.В. Транснаціональні корпорації у процесах глобалізації. URL: https://pdu-journal.kpu.zp.ua/archive/1_2020/tom_1/4.pdf (дата звернення: 22.04.2026).

4. Булик М.О. Оцінка діяльності іноземних ТНК на території України. URL: https://www.econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2025/36_75_1/4.pdf (дата звернення: 22.04.2026).

5. Дунська А.Р. Аналіз сучасного стану розвитку транснаціональних корпорацій. URL: https://ev.fmm.kpi.ua/article/download/80097/75656/168494 (дата звернення: 22.04.2026).

СВІТОВА МІГРАЦІЯ РОБОЧОЇ СИЛИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО

НТУ «Дніпровська політехніка»

Баштаннік Ангеліна Олександрівна, група 292-22-1
***Науковий керівник* – к.е.н., доц. Геращенко Світлана Олександрівна**

У сучасному світовому господарстві міжнародна міграція робочої сили є одним із яскравих проявів глобальної економічної взаємодії. Вона відображає переміщення працездатного населення між країнами під впливом деяких факторів, а саме: нерівномірності соціально-економічного розвитку, відмінностей у рівнях заробітної плати, зайнятості, якості життя та можливостей професійної самореалізації. За даними ООН, у 2024 р. кількість міжнародних мігрантів у світі досягла 304 млн осіб, тоді як у 2020 р. цей показник становив 281 млн. Отже, міжнародна мобільність населення продовжує зростати та набуває дедалі більшого значення для світового ринку праці й глобальної економіки загалом [1].

Ключова проблема світової міграції робочої сили полягає в її суперечливому впливі на економічний розвиток країн. З одного боку, трудова міграція дає змогу частково вирівнювати невідповідність попиту та пропозиції робочої сили між країнами, поповнити дефіцит працівників у приймаючих економіках, підтримувати доходи домогосподарств через грошові перекази та посилювати міжнародну мобільність людського капіталу. З іншого боку, вона може призводити до відтоку кваліфікованих кадрів із країн-донорів, формування залежності окремих економік від зовнішніх доходів і загострення соціальної вразливості мігрантів [2; 4]. Загалом МОМ у World Migration Report 2024 розглядає міграцію як структурний елемент сучасного світу, а МОП підкреслює її важливу роль у функціонуванні глобального ринку праці [2; 4].

Сучасні міграційні процеси безпосередньо пов’язані зі станом і розладами світового ринку праці. За оцінками МОП, у 2022 р. 167,7 млн міжнародних мігрантів брали участь у глобальній робочій силі, з них 155,6 млн були зайнятими, а 12,1 млн - безробітними. Це означає, що міжнародні мігранти становили 4,7 % світової робочої сили, а отже, трудова міграція є не периферійним, а стабільним елементом функціонування глобального ринку праці [2]. Водночас територіальна концентрація міграції залишається високою: у 2024 р. Європа приймала 94 млн міжнародних мігрантів, а Північна Америка - 61 млн, що свідчить про суттєву нерівномірність розвитку у світовому розподілі трудових ресурсів [1].

Для узагальнення окремих глобальних параметрів міграційних процесів доцільно звернутися до табл. 1.

Таблиця 1

Окремі показники світової міграції робочої сили та пов'язаних фінансових потоків

Показники	2020	2024
Кількість міжнародних мігрантів у світі, млн осіб	281	304
Частка міжнародних мігрантів у населенні світу, %	3,6	3,7
Глобальні грошові перекази, млрд дол. США	721	905

Примітка: складено автором за даними [1;3].

Дані табл. 1 дають змогу зробити кілька важливих висновків. По-перше, з 2020 до 2024 р. кількість міжнародних мігрантів у світі зросла на 23 млн осіб, або приблизно на 8,2 %, що свідчить про стійке розширення глобальної мобільності населення [1]. По-друге, частка міжнародних мігрантів у населенні світу збільшилася незначно - з 3,6 % до 3,7 %, тобто навіть за помітного зростання абсолютної чисельності мігрантів їхня питома вага залишається порівняно невеликою [1]. По-третє, глобальні грошові перекази зросли з 721 млрд дол. США до 905 млрд дол. США, або майже на 25,5 %, що підтверджує посилення ролі міграції як каналу міжнародного перерозподілу фінансових ресурсів [3].

У цьому контексті основна проблема дослідження світової міграції робочої сили концентрується навколо кількох взаємопов'язаних напрямів. По-перше, йдеться про структурну нерівновагу світового ринку праці. У розвинутих країнах дефіцит працівників дедалі частіше компенсується за рахунок імміграції, тоді як у частині країн, що розвиваються, спостерігається надлишок робочої сили та обмежені можливості продуктивної зайнятості. Це підсилює міждержавний перерозподіл праці, але одночасно поглиблює залежність окремих регіонів від зовнішніх ринків праці [2; 4].

По-друге, серйозною проблемою є відтік людського капіталу. Найбільш мобільною часто виявляється економічно активна, освічена та професійно підготовлена частина населення. Для країн-донорів це означає втрати не лише трудового потенціалу, а й інвестицій у освіту, професійну підготовку та соціальне відтворення працівників. Для приймаючих країн, навпаки, це створює додаткові переваги у вигляді залучення підготовлених кадрів без повного циклу їх внутрішнього формування [2]. МОП прямо зазначає, що міжнародні мігранти є критично важливою частиною глобальної робочої сили та відіграють значну роль у багатьох секторах економіки.

По-третє, важливою є нерівномірність економічних ефектів міграції. Грошові перекази підтримують споживання, добробут домогосподарств і пла-

тіжний баланс країн походження, але їх зростання може формувати надмірну залежність економіки від зовнішніх джерел доходу. Світовий банк оцінює глобальні перекази у 905 млрд дол. США у 2024 р., а надходження до країн із низьким і середнім рівнем доходу - у 685 млрд дол. США [3]. Це підкреслює вагу міграції як одного з найбільших міжнародних фінансових потоків, але водночас показує, що вона не замінює внутрішніх джерел сталого зростання - продуктивної зайнятості, інвестицій і технологічного оновлення економіки.

По-четверте, зберігається проблема недостатньо ефективного регулювання міграційних процесів і захисту прав мігрантів. Навіть за високої участі мігрантів у глобальній робочій силі багато з них працюють у сегментах із підвищеним ризиком нестабільної зайнятості, обмеженого соціального захисту, дискримінації або правової невизначеності. Це означає, що міжнародна мобільність праці потребує не лише економічного, а й інституційного та соціального аналізу [2; 4].

Таким чином, світова міграція робочої сили є не лише наслідком глобальної економічної нерівномірності, а й активним чинником трансформації світового господарства. Вона сприяє перерозподілу трудових ресурсів, підтримує міжнародні фінансові потоки, змінює структуру зайнятості та впливає на конкурентоспроможність країн. Водночас її суперечливі наслідки, а саме: міграція людського капіталу, зростання залежності від переказів та загострення проблем соціального захисту - вимагають збалансованого міжнародного та національного регулювання. Саме тому подальше дослідження світової міграції робочої сили має спиратися на комплексний аналіз її масштабів, структури, економічних наслідків і механізмів управління в умовах сучасних глобальних трансформацій [1–4].

Перелік посилань

1. International Migrant Stock 2024: Key facts and figures. URL: https://www.un.org/development/desa/pd/content/international-migrant-stock (дата звернення: 21.04.2026).

2. ILO global estimates on international migrants in the labour force URL: https://www.ilo.org/publications/major-publications/ilo-global-estimates-international-migrants-labour-force (дата звернення: 21.04.2026).

3. In 2024, remittance flows to low- and middle-income countries are expected to reach $685 billion, larger than FDI and ODA combined URL: https://blogs.worldbank.org/en/peoplemove/in-2024--remittance-flows-to-low--and-middle-income-countries-ar (дата звернення: 21.04.2026).

4. World Migration Report 2024 URL: https://worldmigrationreport.iom.int/ (дата звернення: 21.04.2026).

ІННОВАЦІЇ КОМПАНІЇ «TESLA» НА РИНКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бекерова Єва Ростіславівна, група 292-24-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Пилипенко Ганна Миколаївна**

Розвиток світової економіки супроводжується появою та стрімким зростанням компаній, які не лише трансформують традиційні галузі, але й формують нові ринки та споживчі моделі. Серед таких лідерів інноваційного прогресу на особливу увагу заслуговує компанія «Tesla», яка з моменту свого заснування кардинально змінила уявлення про автомобільну промисловість та енергетику, ставши символом електричного транспорту та сталого розвитку.

Актуальність дослідження стратегічної поведінки компанії «Tesla» зумовлена її ключовою роллю у глобальних процесах переходу до відновлюваної енергетики та електричних автомобілів. Сьогодні Tesla – це багатопрофільна технологічна корпорація, діяльність якої охоплює виробництво електромобілів, систем накопичення енергії, сонячних панелей, розробку програмного забезпечення для автономного керування та формування власної глобальної інфраструктури.

Метою роботи є аналіз ключових інноваційних рішень компанії Tesla (виробничих, технологічних та програмних) та визначення їхнього впливу на розвиток ринку електромобілів.

До появи компанії Tesla ринок електромобілів був вузькоспеціалізованим сегментом з дуже обмеженим запасом ходу. Перший електромобіль сучасності – GM EV1 (1996-1999 роки) – мав запас ходу близько 120 миль (193 км) з нікель-металгідридними батареями. Nissan Leaf (2010 рік), який став найпопулярнішим електромобілем свого часу, пропонував лише 73 милі (117 км) за циклом EPA – цього ледве вистачало для щоденних поїздок містом, але не для подорожей [1, 2].

В суспільстві з’явилась «тривога запасу ходу» (range anxiety) – перешкода для масового впровадження електромобілів на ринок, яка полягала у можливості залишитися без заряду під час поїздки. Споживачі не сприймали електромобілі як повноцінну заміну автомобілям з двигуном внутрішнього згоряння саме через недостатній запас ходу.

У 2008 році компанія Tesla здійснила справжню інновацію – була випущена модель Tesla Roadster – перший серійний електромобіль, який подолав позначку 200 миль, продемонструвавши запас ходу близько 231 миль (372 км). Це більш ніж удвічі перевершувало будь-який інший серійний електромобіль того часу [3].

Однією з найголовніших інновацій Tesla у виробництві є спосіб збірки автомобіля – «Unboxed Process» (процес «поза конвеєром»). Цей засіб відкидає традиційну лінійну конвеєрну збірку на користь паралельного виробництва основних модулів автомобіля (платформи, передньої та задньої секцій, салону), які потім швидко з'єднуються на фінальному етапі. За даними компанії, такий

підхід дозволяє зменшити виробничу площу на 40% та скоротити виробничі витрати на 50%.

Інновація «Gigacasting» змінила кузовне виробництво в автомобільній галузі. Замість того, щоб зварювати кузов із сотень окремих сталевих штамповок, Tesla застосовує гігантські литтєві преси розробки IDRA (Giga Press), щоб відливати складні секції кузова (передню та задню частини) як єдині алюмінієві компоненти. Це дозволяє зменшити кількість частин, що веде до суттєвого зниження виробничої складності, посилення конструкції та зменшення маси автомобіля [4].

Також Tesla впровадила технологію автономного керування (Full Self-Driving, FSD), яка базується на двох головних опорах: власному апаратному забезпеченні та програмному забезпеченні на засадах штучного інтелекту. Апаратною фундацією є чип FSD – спеціалізований комп'ютер, створений для опрацювання величезного потоку даних із камер авто у дійсному часі. Програмна складова – це нейромережа, яка опановує керування, спираючись на мільярди миль фактичних даних, накопичених парком автомобілів Tesla по всьому світу [5].

Tesla здійснила прорив у сфері зарядної інфраструктури. Починаючи з 2012 року, Tesla побудувала в США та Європі станції під назвою Supercharger, призначені для швидкої зарядки акумуляторів з мінімальними витратами для власників Tesla. Ця інфраструктура усунула головний психологічний бар'єр водіїв – «тривогу запасу ходу» – і стала ключовою конкурентною перевагою Tesla, яку інші виробники досі не наздогнали.

Отже, інновації «Tesla», такі як виробництво електромобілів з великим запасом ходу, зміни структури збірки «Unboxed Process» та «Gigacasting», автономне керування та мережа зарядних станцій, вивели компанію на лідерські позиції та змусили інших автомобілевиробників прагнути до покращення виробництва та технологій.

Перелік посилань

1. GM could have led the electric revolution with the EV1. *Top Gear: website.* URL: https://www.topgear.com/car-news/electric/gm-could-have-led-electric-revolution-ev1 (дата звернення: 17.04.2026).

2. Nissan Leaf: Electric car runs equivalent of 99 miles per gallon. *East Bay Times: website.* URL: https://www.eastbaytimes.com/2010/11/22/nissan-leaf-electric-car-runs-equivalent-of-99-miles-per-gallon/ (дата звернення: 17.04.2026).

3. Tesla Roadster Electric Specs, Range, Comparisons. *Technical specs, dimensions, fuel consumption of cars: website.* URL: https://www.ultimatespecs.com/car-specs/Tesla/30808/Tesla-Roadster-Electric.html#google_vignette (дата звернення: 17.04.2026).

4. Investor Day 2023 Keynote. *Tesla: website.* URL: https://digitalassets.tesla.com/tesla-contents/image/upload/IR/Investor-Day-2023-Keynote (дата звернення: 17.04.2026).

5. Full Self-Driving (Supervised). *Tesla: website.* URL: https://www.tesla.com/fsd (дата звернення: 17.04.2026).

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПАРТНЕРСТВА УКРАЇНИ ТА США В ІТ-СФЕРІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Білоножка Євгеній Анатолійович, група 292-22-1
***Науковий керівник:* к.е.н., доц. Литвин Марина Валентинівна**

У сучасних умовах, у розрізі процесу цифровізації міжнародних економічних відносин, український ІТ-сектор є не лише провідною експортною галуззю нашої держави, а й важливим інструментом впливу на стратегічне поглиблення інтеграції у світовий інформаційний простір. У цьому контексті важливим постає дослідження теми поглиблення відносин із Сполученими Штатами Америки, які є не лише лідером у впровадженні інноваційних технологічних рішень на світовому ринку, а й головним партнером України у питаннях експорту українських ІТ-послуг. У зв'язку з цим важливим буде відстеження процесу трансформації моделі співпраці між США та Україною, та перехід від аутсорсингу до стратегічного партнерства.

За розрахунками на основі таблиць «витрати-випуск» Держстату, кожна гривня продукції ІТ-сектору генерує в середньому 2,09 гривні сукупного випуску в економіці через канал міжгалузевих закупівель [1, с. 49].

Згідно з даними Національного банку України за 2025 рік, ІТ забезпечує 41,6% від експорту послуг, або 12,3% від загального експорту держави, що перевищує навіть такі галузі як: металургія та машинобудування.

Основні партнери, які будуть наведені в таблиці 1, являють собою найбільш розвинені технологічні світові хаби, з високими вимогами до ІТ рішень, які визначають Україну, як одного з найкращих виробників.

Таблиця 1 - 10 найбільших за обсягом експорту країн-партнерів України у сфері комп'ютерних послуг у 2021-2025 роках, млрд. дол. США

Країна	2021	2022	2023	2024	2025
Сполучені Штати Америки	2728	2973	2677	2397	2392
Мальта	481	581	567	501	578
Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії	698	693	535	565	557
Кіпр	288	314	362	394	480
Ізраїль	334	347	293	297	264
Швейцарія	285	331	274	266	248
Німеччина	269	286	275	263	237
Естонія	131	138	158	166	216
Польща	100	122	162	166	190
Об'єднані Арабські Емірати	72	93	110	138	169
Загальний обсяг	6943	7349	6727	6446	6655

Примітка. Сформовано за [2]

Сполучені Штати Америки залишаються абсолютним лідером, забезпечуючи 2392 млн дол. США експортних надходжень, що становить майже третину загального обсягу українського експорту комп'ютерних послуг. Америка-

нський ринок залишається ключовим для сервісних моделей, R&D-напряму, SaaS-рішень та enterprise-розробки. Часткова залежність українських IT-компаній від цього ринку є підтвердженням високої конкурентоспроможності, оскільки США - найбільш вимогливий і насичений пропозицією в світі ринок [1,с.23].

Багато експертів досліджують таку характерну рису для української економіки, оскільки наразі ринок США відіграє для України роль важливого вектору розвитку, акумулюючи майже половину всього українського експорту послуг. Основної уваги наразі заслуговують ті сфери, да США відчуває суттєвий кадровий дефіцит та з огляду на потреби країни, починає значно збільшувати фінансування.

Так, Ольга Гвоздьова, при дослідженні IT-ринку США, зазначала, що наразі найсуттєвіший кадровий дефіцит країна відчуває у сфері кібербезпеки, та з огляду на це Сполучені Штати Америки суттєво збільшуватимуть фінансування для даного напрямку та напрямку штучного інтелекту. Окрім цього вона також виділила фінансові (FinTech) та освітні (EdTech) напрямки, наголосивши, що щорічне зростання у майже 42% відчуватиметься через потребу у використанні технології доповненої реальності [3].

У зв’язку з активним бойовими діями та агресією проти нашої держави, українська IT-галузь стикнулася з викликами, які вимагали оптимізації захисту конфіденційних даних громадян, та державної таємниці у цифровому просторі та адаптації до атак ворога із застосуванням інформаційних технологій та шкідливого програмного забезпечення. Цифрова освіта стала реаліями для українських дітей та підлітків, через загрози руйнування інфраструктури, а також на державному рівні було вперше впроваджено штучний інтелект Diia.AI, який аналізує запити пересічних громадян.

Підсумовуючи, можна охарактеризувати перспективу розвитку технологічних відносин, як дуже тісний взаємозв’язок потреб та попиту США, які за сумісництвом є основним діючим імпортером українських технологічних рішень станом на сьогодні, паралельно з практичним досвідом наших фахівців, які готові до поглиблення взаємовідносин у високотехнологічних нішах, задля забезпечення стійкості вітчизняної економіки та її безперервну інтеграцію у глобальну екосистему лідерства США.

Перелік посилань

1. Код економіки 2025: Як IT формує економіку України. Звіт DataDriven на замовлення IT Ukraine Association, 2025. 111 с.
2. Національний банк України. Національний банк України. URL: https://bank.gov.ua (дата звернення: 10.04.2026).
3. IT Ukraine Association. Презентація дослідження IT-ринку США, 2024. *YouTube*. URL: https://www.youtube.com/watch?v=kDIpyRlcBN0 (дата звернення: 10.04.2026).

СТРАТЕГІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЛІДЕРСТВА SAMSUNG ELECTRONICS В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ НА РИНКУ НАПІВПРОВІДНИКІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бондарева Ганна Олександрівна, група 292-24-1
***Науковий керівник:* д.е.н, проф. Пилипенко Ганна Миколаївна**

В сучасній міжнародній економіці саме напівпровідники стали однією з ключових основ технологічного розвитку, цифралізації та зростання галузей, які пов'язані з штучним інтелектом, серверною інфраструктурою, мобільними пристроями та телекомунікаціями. Більше того, виробництво напівпровідників як підгрунтя для розвитку проривних технологій четвертої промислової революції визначає технологічний розвиток і створює умови для швидкого економічного зростання саме тих країн, в яких локалізуються виробничі потужності цієї сфери.

Для Samsung Electronics напрям напівпровідників має ключове значення, оскільки саме цей сегмент після кризового 2023 року перетворився на головний драйвер прибутковості компанії: у 2024 році він знову став прибутковим, а у 2025 році приніс 24,9 трлн вон і сформував 57% загального прибутку Samsung Group [1, 2]. За таких умов дослідження стратегії технологічного лідерства Samsung є важливим для розуміння того, як транснаціональна корпорація утримує позиції на висококонцентрованому ринку, де за лідерство також змагаються такі технологічні гіганти як SK Hynix та Micron.

Samsung Electronics є ключовою компанією Samsung Group і одним із найбільших у світі виробників електроніки, дисплеїв, мобільних пристроїв і напівпровідників. Важливим етапом розвитку фірми став її вихід на ринок напівпровідників у 1983 році, коли було розпочато виробництво чіпів DRAM, що згодом заклало основу для глобального домінування у сфері пам'яті [3].

Сьогодні напівпровідниковий напрям є центральним у структурі економічної діяльності Samsung Electronics. Аналіз прибутковості бізнес-сегментів показує, що саме сектор напівпровідників і компонентів став основним джерелом зростання компанії у 2024 – 2025 роках. Якщо у 2023 році цей сегмент був збитковим і показав результат у мінус 14,9 трлн вон, то вже у 2024 році його прибуток становив 15,1 трлн вон, а у 2025 році зріс до 24,9 трлн вон. Така динаміка доводить, що саме напівпровідники визначають не лише поточну фінансову стійкість компанії Samsung, а й її стратегічні перспективи у світовій конкуренції [1,2].

Основою технологічного лідерства компанії є масштабні інвестиції в дослідження та розробки. Samsung Electronics протягом останніх років послідовно збільшувала витрати на R&D, спрямовуючи ресурси на розвиток передових чіпів пам'яті, дисплейних технологій та штучного інтелекту. У 2025 році Samsung Electronics здійснила рекордні інвестиції в дослідження та розробки на рівні 37,7 трлн вон, що на 7,8% більше ніж у 2024 році. Це свідчить про те, що стратегія компанії має випереджальний характер і спрямована не

лише на підтримку наявних продуктів, а й на формування технологій майбутнього [4].

У четвертому кварталі 2025 року Samsung посіла перше місце на ринку DRAM за доходами, отримавши 19,3 млрд доларів США, тоді як SK Hynix мала 17,221 млрд доларів, а Micron – 11,975 млрд доларів, що свідчить про успішний результат після значних інвестицій [5].

Отже, стратегія технологічного лідерства Samsung Electronics в умовах глобальної конкуренції на ринку напівпровідників ґрунтується на кількох взаємопов'язаних напрямках – домінуванні напівпровідникового сегмента в структурі прибуткукомпанії, масштабних інвестиціях у дослідження та розробки, здатності швидко нарощувати виробництво і ефективному функціонуванні в умовах висококонцентрованої олігополії.

Ще однією складовою успіху Samsung є диверсифікація виробництва у глобальному просторі. Компанія не зосереджується в одній якійсь країні, а розміщує свої виробничі потужності в Південній Кореї, Китаї та США. Південна Корея є основним місцем прикладання капіталу Samsung у виробництво мікросхем. В Китаї зосереджено виробництво чіпів пам'яті (NAND flash), а в США окрім безпосереднього виробництва починають реалізовуватися проєкти вироництва чіпів нового покоління для Apple.

Саме поєднання цих факторів дає змогу Samsung не лише зберігати провідні позиції, а й впливати на напрями розвитку всієї напівпровідникової галузі в період стрімкого зростання попиту на обчислювальні та пам'яттєві рішення для штучного інтелекту.

Перелік посилань

1. Samsung. Earnings Presentation: 4Q 2024 Financial Results: веб-сайт. URL:https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/ir/docs/2024_4Q_conference_eng.pdf (дата звернення: 16.04.2026).
2. Samsung. Earnings Presentation: 4Q 2025 Financial Results: веб-сайт. URL:https://images.samsung.com/is/content/samsung/assets/global/ir/docs/2025_4Q_conference_eng.pdf . (дата звернення: 16.04.2026).
3. Samsung. Heritage: веб-сайт. URL: https://www.samsung.com/us/about-us/leadership-and-mission/heritage/
4. SamMobile. Samsung spent $25.55 billion on R&D last year: веб-сайт. URL: https://www.sammobile.com/news/samsung-spent-25-55-billion-usd-r-d-2025/#goog_rewarded. (дата звернення: 16.04.2026).
5. TrendForce. Price Rally Drives 4Q25 DRAM Revenue Up 29.4%; Samsung Regains No. 1 Market Share, Says TrendForce: веб-сайт. URL: https://www.trendforce.com/presscenter/news/20260226-12937.html. (дата звернення: 16.04.2026).

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ СИРНИХ СНЕКІВ НА РИНКУ СЛОВАЧЧИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бородуліна Катерина Олександрівна, група 292-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

Перед нами стоїть завдання оцінити доцільність і перспективність виходу української компанії ТМ snEco на ринок снеків Словаччини.

Вихід українських сирних снеків на ринок Словаччини має значний потенціал, тому що попит на білкові та здорові снеки у Словаччині стабільно зростає. Місцеві споживачі все частіше віддають перевагу продуктам із натуральним складом, мінімальною кількістю добавок і локальними смаками, що створює ідеальну нішу для адаптованого під ринок продукту зі смаком кисломолочного сиру.

Для детального вивчення зовнішнього середовища ринку сирних снеків у Словаччині нами проведено PEST-аналіз, який допоможе оцінити політичні, економічні, соціальні та технологічні фактори, що впливають на можливості просування продукції snEco. Цей аналіз дозволяє виявити зовнішні умови для виходу на новий ринок і сформувати адаптовану стратегію розвитку бренду. Результати представлено у таблиці 1.

Таблиця 1.3 – PEST-аналіз макросередовища ринку снеків Словаччини

Фактори	Вага впливу фактора, Vi	Оцінка впливу фактора, Bi	Сила впливу фактора (Pi = Vi×Bi)	Можливі дії підприємства
Політичні				
1. Євроінтегроване законодавство	0,10	5	0,50	Використати переваги єдиного законодавчого поля ЄС для спрощення сертифікації та торгівлі.
2. Ініціатива сталого розвитку	0,08	4	0,32	Позиціонувати продукт як екологічний, з натуральної сировини, що відповідає трендам сталого розвитку.
3. Вимоги до маркування та сертифікації харчової продукції	0,07	–3	–0,21	Забезпечити відповідність європейським стандартам (FSSC 22000, ISO 14024).
4. Прозорі митні процедури та імпортний контроль	0,05	3	0,15	Отримати дозволи на експортування для зменшення часу доставки.
Економічні				
1. Стабільна економіка	0,10	5	0,50	Планувати довгострокові поставки та інвестиції.
2. Високий рівень купівельної спроможності населення	0,09	4	0,36	Виводити продукт у середньовисокий ціновий сегмент, підкреслюючи якість.

Кінець таблиці 1.3

3. Витрати на логістику у єврозоні	0,06	–3	–0,18	Оптимізувати логістику через партнерів-дистриб'юторів у регіоні.
4. Валютна зона євро і пов'язані з нею операційні витрати	0,05	–2	–0,10	Врахувати витрати на конвертації у фінансових операціях.
Соціальні				
1. Зростаючий інтерес споживачів до натуральних снеків	0,10	5	0,50	Акцентувати у рекламі на білковій цінності та натуральності продукту.
2. Швидке зростання e-commerce	0,07	4	0,28	Розвивати онлайн-канали продажів і співпрацю з маркетплейсами.
3. Повільне формування довіри до нових закордонних брендів	0,06	–3	–0,18	Зосередитися на локальній індифікації: адаптація дизайну, словацька мова.
4. Попит на преміальні й еко-продукти із готовністю платити за якість	0,07	4	0,28	Розробити упаковку та комунікацію в еко-стилі, просувати як "eco-protein snack from Ukraine".
Технологічні				
1. Розвинена omnichannel торгівля та сервіси доставки	0,07	4	0,28	Використати готову торговельну інфраструктуру для швидкого масштабування.
2. Цифровий маркетинг для таргетування HCA	0,06	5	0,30	Запустити цифрові кампанії у соцмережах з таргетом на спортивно-активну аудиторію.
3. Системи відстеження партій і контролю якості (QA/traceability)	0,05	3	0,15	Інтегрувати сертифікаційні та QA-системи у виробництво для підвищення довіри.
4. Технології сухих снеків та альтернатив пакуванню	0,06	4	0,24	Використовувати інноваційне пакування та технології пакувань.

Примітка. Складено автором за [1-3]

Сила впливу кожного фактора (P) в табл. 1 визначається експертним методом і розраховується за формулою:

$$P = Vi*Bi, \quad (1)$$

де V_i – вага впливу кожного з факторів (сума всіх ваг факторів дорівнює 1);

B_i – оцінка впливу кожного з факторів.

Ступінь впливу окремого фактора оцінюється за шкалою від -5 до 5, де -5 сильний негативний вплив, 5 сильний позитивний вплив.

Роздивившись таблицю 1, можна зробити висновок, що політичні умови для виходу на ринок Словаччини є сприятливими, адже країна діє в межах єдиного правового поля ЄС, де чітко визначено вимоги до безпеки харчових продуктів і стандартів маркування. Це створює передбачуване середовище для бізнесу, але вимагає суворої відповідності європейським нормам сертифікації та сталого розвитку. Сила впливу політичних факторів дорівнює 0,76.

Сила впливу економічних факторів дорівнює 0,58 і має позитивний характер. Отже, Словаччина має стабільну економіку, високий рівень купівельної спроможності та активний споживчий попит у категорії здорових перекусів. Проте певним викликом залишаються логістичні витрати в межах єврозони, які можуть впливати на кінцеву ціну продукту.

Соціальні фактори також виглядають позитивно (сила впливу 0,88) – спостерігається зростання інтересу до білкових, еко- та низькокалорійних продуктів, що підсилює позиції сирних снеків як корисної альтернативи чипсам і солоним закускам. Потрібно враховувати, що споживачі повільно формують довіру до нових брендів, тому просування має ґрунтуватися на автентичності і локальному позиціонуванні..

Технологічне середовище в Словаччині відкриває значні можливості для розвитку продажів: високий рівень діджиталізації, популярність онлайн-торгівлі, ефективні логістичні сервіси дають змогу ефективно реалізувати маркетингову стратегію snEco. Сила впливу технологічних факторів дорівнює 0,97.

У ході дослідження зовнішнього середовища Словаччини для виходу компанії ТОВ «Прайм Снек», ТМ snEco було визначено, що ринок має високий потенціал для експорту натуральних білкових снеків. Загальний індекс впливу PEST становить ≈ +3,19, що свідчить про помірно позитивний вплив макросередовища. Сприятливими чинниками є стабільна економічна ситуація, висока купівельна спроможність населення, зацікавленість у здоровому харчуванні та розвиток онлайн-торгівлі.

Основними викликами залишаються вимоги до сертифікації, логістичні витрати в межах єврозони та повільне формування довіри до нових брендів. Водночас технологічна інфраструктура, сучасні цифрові канали збуту та культура споживання еко-продуктів створюють перспективи для ефективного позиціонування українського бренду.

Перелік посилань

1. ТМ «snEco». *snEco*: веб-сайт. URL: https://sneco.ua/#popup:infoblock (дата звернення: 19.10.2025)

2. Як корисний перекус перетворити на бізнес? Кейси виробників здорових снеків. *Forbes Україна:* 10 грудня 2024. URL: https://forbes.ua/business/nerivniy-biy-z-chipsami-virobniki-zdorovikh-perekusiv-prorivayutsya-na-ukrainskiy-rinok-snekiv-de-fokus-ne-na-zdorovomu-kharchuvanni-yak-voni-roblyat-biznes-na-desyatki-milyoniv-griven-10122024-25371 (дата звернення: 21.10.2025)

3. Економічний стан Словаччини демонструє ознаки помірного зростання. *Nova Post Global*: 23 травня 2024. URL: https://novaposhtaglobal.ua/news/slovakias-economic-state-shows-signs-of-moderate-growth/ (дата звернення: 21.10.2025)

ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ БЕЗПЕКУ КРАЇН ЄС

НТУ «Дніпровська політехніка»

Дикун Денис Дмитрович, група 292-22-1
***Науковий керівник* – к.е.н., доц. Геращенко Світлана Олександрівна**

У науковій літературі не існує єдиного універсального визначення енергетичної безпеки. Найчастіше її розглядають як стан захищеності економіки від загроз, пов'язаних із дефіцитом енергоресурсів, перебоями в постачанні або різкими коливаннями цін. Сучасні підходи доповнюють це визначення такими аспектами, як енергоефективність, екологічна сталість та стійкість енергетичних систем до кризових явищ [1;2]. Тому енергетична безпека є комплексною характеристикою, що відображає здатність держави або інтеграційного об'єднання забезпечувати надійне, доступне, безперебійне та екологічно прийнятне енергопостачання.

Країни Європейського Союзу мають низку специфічних особливостей енергетичної безпеки. Насамперед це високий рівень залежності від імпорту енергоресурсів, інтегрованість енергетичних ринків та активний перехід до відновлюваних джерел енергії, що формує нову структуру енергетичного сектору [2].

Проаналізуємо зміну показників енергетичної залежності, динаміку споживання газу та динаміку розвитку відновлюваних джерел енергії країнами ЄС.

Таблиця 1. – Показники «зеленого» переходу та енергозалежності ЄС

Показники	2021	2022	2023	2024	2025
Частка ВДЕ в електрогенерації, %	37,50	39,40	44,00	47,20	47,30
Індекс енергозалежності ЄС, %	56	62	58	57	56
Споживання газу (млрд куб. м)	412	354	330	315	310

Примітка: складено автором за даними [3].

Дані таблиці 1. демонструють дві важливі тенденції. По-перше, стабільне зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), що стає стратегічним чинником безпеки, оскільки кожен відсоток ВДЕ зменшує потребу в імпорті викопного палива. По-друге, попри скорочення споживання газу на 25% у 2025 р. порівняно з 2021 р., індекс енергозалежності залишається сталим і достатньо високим (56-58%). Це пояснюється критично низьким рівнем власного видобу-

тку енергоресурсів всередині ЄС, та вимагає від ЄС імпортування значних обсягів енергоресурсів, навіть при поступовому зменшенні попиту на них [4].

Чинником стійкості енергоринку ЄС стало посилення ролі підземних газосховищ (ПГС). Згідно з регламентами ЄС, запровадженими після 2022 року, рівень заповненості сховищ перед зимовим періодом має складати не менше 90%. Це дозволяє нівелювати ризики фізичного дефіциту газу та пом'якшити ціновий тиск [4].

Сучасна стратегія енергетичної безпеки ЄС спрямована на подолання системної вразливості та перехід до моделі «технологічного суверенітету» [5]. На основі аналізу фахових джерел та поточної ринкової кон'юнктури, можна виділити наступні пріоритетні чинники зміцнення енергонезалежності Союзу:

1. Формування децентралізованої генерації на основі ВДЕ.

Основним вектором є інтенсивний розвиток відновлюваних джерел енергії (сонячної, вітрової, біомасової), що дозволяє змістити акцент з імпорту палива на внутрішнє виробництво. Ключовою тенденцією є перехід до мікрогенерації, де регіони та громади стають енергетично автономними. Це зменшує ризик загальносистемних збоїв та підвищує живучість енергомережі в умовах зовнішніх шоків [5].

2. Масштабування енергоефективності та енергозбереження.

Енергоефективність розглядається як «перше паливо» ЄС. Даний напрям включає:

1. Термомодернізацію житлового та промислового фондів;
2. Впровадження енергоощадних технологій у виробничі процеси;
3. Розвиток енергоефективного транспорту.

Зменшення енергоємності ВВП безпосередньо знижує потребу в імпорті енергоносіїв, створюючи економічний буфер проти цінової волатильності [5].

3. Оптимізація інфраструктури та логістична диверсифікація.

Зміцнення безпеки досягається через гнучкість постачання:

1. Розбудова LNG-інфраструктури через збільшення кількості терміналів (разом із Великою Британією) дозволяє оперативно змінювати постачальників залежно від ринкової ціни [5;6].
2. Розвиток інтерконекторів шляхом створення транскордонних перетоків усередині ЄС для оперативного перерозподілу ресурсів між країнами-членами [5;6].
3. Спільні закупівлі через використання єдиної переговорної платформи ЄС для нівелювання цінового диктату монополістів [5;6].

4. Цифровізація та посилення кібербезпеки.

Впровадження інтелектуальних систем управління мережами (Smart Grids) підвищує ефективність розподілу енергії. Проте цифровізація вимагає інтеграції кіберзахисту в загальну стратегію безпеки. Захист критичної інфраструктури від хакерських атак на системи управління стає таким же пріоритетом, як і фізична охорона об'єктів [6].

5. Стратегічне партнерство та інтеграція з Україною.

Для ЄС Україна перетворюється на важливий елемент енергетичного щита. Основними точками дотику є:

1. Використання українських ПГС (найбільших у Європі) для зберігання стратегічних запасів газу;
2. Співпраця у сфері виробництва та транспортування зеленого водню;
3. Синхронізація енергосистем для взаємної підтримки у пікові періоди навантаження [5;6].

Зміцнення енергетичної безпеки ЄС відбувається через перехід від пасивного споживання імпортних ресурсів до активного управління внутрішньою генерацією та попитом. Комплексне поєднання декарбонізації, енергоефективності та цифрової стійкості дозволяє мінімізувати геополітичні ризики та закласти фундамент для сталого економічного розвитку в умовах глобальних трансформацій [5; 6].

Таким чином, сучасна стратегія ЄС спрямована на досягнення технологічного суверенітету через розвиток ВДЕ, підвищення енергоефективності, диверсифікацію постачання, модернізацію інфраструктури та посилення кібербезпеки. Важливим елементом є також співпраця з Україною. Ефективність цієї трансформації визначатиметься здатністю ЄС адаптуватися до глобальних викликів, мінімізувати нові ризики та забезпечити баланс між економічною конкурентоспроможністю, екологічною сталістю та енергетичною незалежністю.

Перелік посилань

1. Енергетична безпека: теоретичні аспекти та сучасні виклики. URL: https://api.dspace.wunu.edu.ua/api/core/bitstreams/7f1fc1e7-3b88-4967-80e4-4ec7ea5cf644/content (дата звернення: 15.04.2026).
2. Енергетична безпека держави: сутність та механізми забезпечення. URL: https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/917ec99a-ee7f-47ab-a167-b622e116222b/content (дата звернення: 15.04.2026).
3. Market analysis // European Commission. URL: https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/market-analysis_en (дата звернення: 17.04.2026).
4. Council adopts regulation on gas storage// Council of the European Union. URL: https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/27/council-adopts-regulation-gas-storage/ (дата звернення: 13.04.2026).
5. Obolonin O. Perspective directions of energy security development .URL:https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/41737/2/KhI_VNPK_2023_Obolonin_O-Perspective_directions_of_88-89.pdf (дата звернення: 19.04.2026).
6. Перспективи розвитку енергетичної безпеки // Державне управління та регіональний розвиток. URL:https://pa.stateandregions.zp.ua/archive/3_2024/13.pdf (дата звернення: 19.04.2026).

НАЦІОНАЛЬНА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ: СУТНІСТЬ ТА ВИМІРЮВАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Душенько Андрій Ігорович, група ЕКм-25-1
***Науковий керівник:* д. е. н., проф. Пилипенко Юрій Іванович**

Ефективне функціонування будь-якого бізнесу можливе завдяки його конкурентним перевагам. Останні багато у чому визначаються внутрішнім середовищем функціонування підприємства, здатністю менеджменту та персоналу до інновацій, мотивацією працівників до підвищення ефективності своєї діяльності, виробництвом продукції або наданням послуг, які користуються сталим попитом у споживачів тощо. Разом з тим, інноваційно спрямоване внутрішнє середовище підприємства суттєвим чином залежить від зовнішнього середовища як на національному, так і світовому рівнях. Саме тому конкурентоспроможність окремого підприємства та конкурентоспроможність національної економіки країни у цілому є взаємопов'язаними явищами, а значить конкурентні переваги окремих суб'єктів бізнесу багато у чому визначатимуть такі переваги для економіки країни у цілому та навпаки.

Необхідно зауважити, що усталеного поняття «національна конкурентоспроможність» в науковій літературі немає. Існують достатньо різні визначення цього явища як у зарубіжній, так і вітчизняній економічній думці. Так, наприклад, вітчизняна дослідниця Хворост Т. визначає національну конкурентоспроможність як «… здатність країни до створення умов, у яких підприємства можуть генерувати стійке зростання економіки, забезпечувати довгострокову прибутковість та створення робочих місць» [1]. Експерти Міжнародного інституту розвитку менеджменту (IMD) вбачають конкурентоспроможністю країни як її «здатність створювати та підтримувати середовище, що зберігає конкурентоздатність її підприємств» [2, с. 34]. Саме в цьому визначенні, на нашу думку, найбільш чітко виокремлена взаємозалежність аспектів конкурентоспроможності на макро- та мікрорівнях економіки.

В міжнародній економічній практиці існує достатньо велика кількість різноманітних рейтингів, які прямо або опосередковано вимірюють рівень національної конкурентоспроможності. Найбільш інформативним з них, які дозволяють аналізувати потенціал формування національних конкурентних переваг є, на наш погляд, глобальний інноваційний індекс.

Як відзначається на сайті всесвітньої організації інтелектуальної власності (WIPO), яка безпосередньо займається виміром Глобального індексу інновацій (GII) «з моменту свого заснування в 2007 році GII сформував порядок денний вимірювання інновацій і став наріжним каменем розробки економічної політики, де все більше урядів систематично аналізують свої щорічні результати GII і розробляють політичні заходи для покращення своєї ефективності» [3]. Останній глобальний інноваційний індекс 2023 року містить показники ефективності та класифікує 132 економіки світу за їхніми інноваційними економічними системами на основі 81 показника з міжнародних державних і приватних

джерел. Окрім того це дослідження визначає 100 найкращих науково-технологічних кластерів світу. Шкала оцінювання змінюється від 0 до 100, і чим вища оцінка, тим більш інноваційною є економіка відповідної країни [3].

З методичної точки зору даний індекс включає дві взаємопов'язані групи індикаторів – інноваційного внеску та інноваційного результату (див. табл.1).

Таблиця 1 – Субіндекси глобального інноваційного індексу

Суб-індекс інноваційних витрат	Суб-індекс інноваційного результату
Інститути	Результати знань і технологій
Людський капітал і дослідження	
Інфраструктура	Творчі результати
Рівень розвитку ринку	
Рівень розвитку бізнесу	

Примітка. Складено за: [4].

Субіндекс інноваційних витрат дозволяє оцінювати елементи національної економіки, які розділені на п'ять груп індикаторів:

− інститути, за допомогою якого досліджується політичне, регуляторне та бізнес середовище;

− людський капітал і дослідження, який дозволяє проаналізувати стан розвитку освіти, у тому числі вищої, а також визначити рівень проведення в країні науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт;

− інфраструктура, де оцінюють стан загальної інфраструктури, інформаційно-комунікаційних технологій, екологічну стійкість;

− рівень розвитку ринку, який визначається кредитною та інвестиційною політиками, конкурентними відносинами, торгівельними операціями та масштабами ринку;

− рівень розвитку бізнесу або бізнес-досвід, який враховує кількість висококваліфікованих робітників та частку зайнятості у наукоємних галузях, інноваційні зв'язки, рівень поглинання знань.

Субіндекс інноваційних результатів відображає фактичні результати інноваційної діяльності за двома основними напрямами:

− результати в галузі знань і технологій (рівень розробки нових знань, техніки, технології, темпи їх поширення та вплив на знання);

− творчі результати або креативність (нематеріальні активи, частка новітніх (креативних) товарів та послуг, інтернет-творчість.

Загальна оцінка глобального інноваційного індексу – це середнє арифметичне значення величин (балів) обох субіндексів. Хоча при визначенні субіндексів інноваційних витрат та результатів інновацій використовують різну кількість показників, при визначені загального показника GII вони мають однакову вагу [4].

Таблиця 2 демонструє динаміку глобального інноваційного індексу та розглянутих вище субіндексів за останні п'ять років для нашої країни.

Таблиця 2 – Динаміка глобального інноваційного індексу України за 2020-2024 р..

Рік	Місце в рейтингу GII	Інноваційні витрати	Інноваційні результати
2020	45	71	37
2021	49	76	37
2022	57	75	48
2023	55	78	42
2024	60	75	54

Джерело [5].

Якщо проаналізувати складові даного індексу, то можна відзначити наступну тенденцію – показники субіндексу інноваційних витрат мають значно гірші позиції в світовому рейтингу ніж показники субіндексу інноваційних результатів та загального глобального індексу інновацій для нашої країни. Як справедливо, на наш погляд, наголошують Задоя О., Магдіч А. та Новіков А. «…ті статті індексу, які відносяться безпосередньо до інновацій, наприклад, людський капітал, працівники знань, високотехнологічний експорт, займають середні та високі позиції у світовому рейтингу, а ті категорії, що стосуються «рамок», або «фундаменту», для науково-технічної діяльності, низькі» [6, с. 74]. Фактично такі характеристики глобального індексу інновацій свідчать про низьку якість зовнішнього середовища для інноваційної діяльності в нашій країні.

Перелік посилань:

1. Хворост Т.В. Стан конкурентоспроможності національної економіки України. *Економіка і суспільство*. 2017. № 10. С. 145–148.

2. International Institute for Management Development. *IMD: website.* URL: https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitivenessranking/

3. About the Global Innovation Index. *WIBO: website.* URL: https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/

4. Global Innovation Index 2023 – Innovation in the face of uncertainty. URL: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf

5. Ukraine ranking in the Global Innovation Index 2024. URL: https://www.wipo.int/gii-ranking/en/ukraine

6. Задоя О.А., Магдіч А.С., Новіков А.М. Конкурентоспроможність України: суть та основні чинники. *International Science Journalof Management, Economics & Finance*. Vol. 3, No.4, 2024. Pp. 69-78.

ВПЛИВ ГЕОЕКОНОМІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПРЯМІ ІНОЗЕМНІ ІНВЕСТИЦІЇ КРАЇН СВІТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ємельяненко Аліна Сергіївна, група 292-22-1
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Смєсова Вікторія Леонідівна,**
завідувач каф. економічної теорії та
міжнародних економічних відносин

Сьогоднішня геоекономічна та геополітична ситуація чинить значний вплив на рух інвестиційних потоків. Військові конфлікти, торговельні протистояння, боротьба за економічне і політичне лідерство у глобальному середовищі, дефіцит ресурсів, технологічний розвиток та інші фактори зумовлюють гальмування процесів інвестування як за рахунок внутрішніх джерел, так і за рахунок зовнішніх джерел фінансування.

Такі зміни призводить до посилення невизначеності, інвестиційних ризиків, інфляції, що має своїм наслідком виведення капіталу з країн-реципієнтів іноземними інвесторами, переведення інвестиційного капіталу у формі тимчасово вільних грошових коштів у більш надійні інвестиційні активи.

Одночасно з цим в економіках країн світу підвищується ставка відсотку за користування кредитами, обсяги інвестиційного попиту скорочуються, що позначається на їх інвестиційній привабливості та пропозиції інвестиційного капіталу.

Відповідно у країнах відбувається відплив прямих іноземних інвестицій та їх рух спостерігається до тих країн, в яких менше відчуваються прояви геоекономічних дисбалансів, та які характеризуються стабільністю у політичному середовищі, наявністю державних гарантій, надійністю банківської системи та валюти.

Якщо у 2021 р. обсяг ПІІ у світовій економіці становив 1,58 трлн дол США, то у 2024 р. цей показник знизився до 1,49 трлн дол США [1]. Протягом останніх п’яти років спостерігається тенденція до постійного зниження іноземних інвестицій на рівні розвинених країн світу, зокрема, у 2024 р. на 11% порівняно з попереднім роком, про що свідчать дані ЮНКТАД, а на рівні країн, що розвиваються, у зазначеному періоді приплив ПІІ складав 0,2% [1; 2].

При цьому основними чинниками, які спричинили ці тенденції стали такі дисбаланси у світовій економіці як геоекономічна фрагментація, порушення макроекономічної рівноваги, падіння курсу світових валют, ситуація невизначеності та напруженості у відносинах між країнами, посилення торгівельних та військових протистоянь, відкритих конфліктів і війн. На думку вчених серед геоекономічних факторів також виділяються погано розвинена інфраструктура (як транспортна, фінансова, телекомунікаційна, енергетична та ін.), так і рівень розвитку людського капіталу, якість та ступінь розвитку інституціонального середовища, бізнес-клімат та нестабільність курсу валют та ставки відсотку, політика держави у напрямі вільної торгівлі та відкритості економік країн світу [3].

За таких умов значно зменшилася кількість інвестиційних контрактів та реалізованих проєктів, підвищилася вартість інвестиційного капіталу.

Найбільше падіння інвестиційних потоків було характерним для європейських країн (на 58% у 2024 році порівняно з 2023 р.), серед яких найбільш постраждали такі країни як Німеччина, Франція, Іспанія та Італія, що втратили відповідно 89%, 20%, 39%, 24% у зазначеному періоді [2].

Одночасно з цим у США обсяги ПІІ зростали в результаті реалізації високотехнологічних інвестиційних програм, зокрема, у такій галузі як виробництво напівпровідників, що і зумовило ріст цього показника на 20% у 2024 р. порівняно з 2023 р. [2].

З метою нівелювання негативного впливу геоекономічних чинників на інвестиційну поведінку зарубіжних інвесторів урядам країн необхідно реалізувати ряд заходів у сфері покращення інвестиційного середовища та стимулювання припливу прямих іноземних інвестицій.

Зокрема, потрібно використовувати режим найбільшого сприяння для іноземних інвесторів, надати державну підтримку, гарантії, податкові пільги зовнішнім інвесторам, ввести систему міжнародного страхування для інвестиційних вкладень з залученням відомих страхових компаній, які мають довіру серед зарубіжних інвесторів.

Також необхідно створити у країні сприятливий інвестиційний клімат, що передбачає формування надійного інвестиційного законодавства, доступ інвесторів до ресурсів, у т.ч. фінансових та матеріальних, захист їх прав власності та можливостей для отримання інвестиційного прибутку. Крім того, необхідно реформувати систему судочинства у напрямі підтримання сили закону, забезпечення його дієвості та прозорості, подолання корупції та лобіювання інтересів олігархічних кіл.

Ще одним із заходів є формування інвестиційної інфраструктури, яка включає не тільки інституції, які забезпечують рух фінансових ресурсів, але і формування інноваційно-інвестиційної системи, яка б надавала технічну та консультативну допомогу іноземним інвесторам, давала інформацію щодо наявних інвестиційних проєктів та бізнес-планів, що вимагають зовнішнього інвестиційного фінансування.

Перелік посилань

1. UNCTAD (2022). World Investment Report 2022. International Tax Reforms and Sustainable Investment. United Nations Conference on Trade and Development. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/wir2022_en.pdf

2. UNCTAD (2025). World Investment Report 2025. URL: https://unctad.org/publication/world-investment-report-2025

3. Édouard Mien. Statistical Overview and Empirical Literature on Foreign Direct Investment in Developing Countries. 2022. URL: https://ferdi.fr/dl/df-joZF8uXjosM76jxtat8c7yYj/ferdi-wp326-statistical-overview-and-empirical-literature-on-foreign-direct.pdf

ВПЛИВ ІНСТИТУЦІОНАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇНИ: НА ПРИКЛАДІ ІЗРАЇЛЮ, ІНДОНЕЗІЇ ТА УКРАЇНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Каменюк Софія Володимирівна, група 292-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

Дане дослідження присвячене порівняльному аналізу інституціонального середовища та його впливу на ефективність національних економік трьох держав – Ізраїлю, Індонезії та України – за десятирічний період з 2014 по 2023 рік. Вибір саме цих країн обумовлений кардинальними відмінностями у їхніх моделях державного управління, економічних стратегіях та рівнях розвитку, що дозволяє здійснити показовий порівняльний аналіз.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку оптимальних шляхів інституційної трансформації для країн з перехідною економікою, зокрема України, на основі успішного досвіду держав, що демонструють високу адаптивність до глобальних викликів. Дослідження охоплює період значних геополітичних зрушень та економічних криз, що дозволяє оцінити стійкість національних інститутів у стресових умовах.

Для вимірювання якості інституціонального середовища застосовано комплексний показник ефективності державного управління (The Worldwide Governance Indicators, індекс WGI), який розраховує Світовий банк. Оцінювання відбувається за шкалою від -2,5 до +2,5, де вищі значення відповідають кращому управлінню. Для оцінки ефективності національної економіки обрано два макроекономічні показники: ВВП на душу населення (здатність генерувати багатство) та рівень інфляції (монетарна стабільність). Динаміку показників за 2014–2023 рр. представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Статистичні дані за обраними показниками для Ізраїлю, Індонезії та України, 2014–2023 рр.

Країна	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
індекс WGI										
Ізраїль	0,74	0,75	0,76	0,77	0,74	0,75	0,75	0,75	0,68	0,57
Індонезія	-0,28	-0,26	-0,23	-0,20	-0,20	-0,18	-0,18	-0,18	-0,19	-0,19
Україна	-0,68	-0,66	-0,62	-0,57	-0,53	-0,49	-0,48	-0,47	-0,58	-0,61
ВВП на душу населення (поточні дол. США)										
Ізраїль	38 500	35 700	38 100	43 200	46 100	46 300	43 600	52 400	58 400	54 800
Індонезія	3 490	3 330	3 560	3 840	3 890	4 190	3 870	4 350	4 790	4 876
Україна	3 100	2 125	2 185	2 640	3 095	3 659	3 727	4 836	4 535	5 389
Рівень інфляції (індекс споживчих цін, % до попереднього року)										
Ізраїль	0,5%	-0,6%	-0,5%	0,2%	0,8%	0,8%	-0,6%	1,5%	5,3%	4,2%
Індонезія	8,4%	3,4%	3,0%	3,6%	3,1%	2,7%	1,7%	1,9%	5,5%	2,8%
Україна	24,9%	43,3%	12,4%	13,7%	9,8%	4,1%	2,7%	9,4%	20,2%	12,8%

Примітка. Складено за даними [1-3].

Як видно із таблиці 1, серед трьох країн найкращі показники індексу WGI має Ізраїль, який коливається у діапазоні 0,57–0,77, а найгірші значення – в Україні – від -0,68 до -0,47. Значення індексу WGI Індонезії демонструє стабіль-

ний висхідний тренд, хоча все ще залишається негативним. Аналіз ВВП на душу населення виявляє колосальну прірву між економіками. Ізраїль збільшив показник майже вдвічі: з 38 500 дол. США у 2014 р. до 54 800 дол. у 2023 р. Індонезія демонструє стабільне, хоча й повільне зростання (з 3 490 до 4 876 дол. США), перетинаючи поріг верхнього середнього доходу. Найбільш нестабільна траєкторія – в Україні, але все ж таки залишається тенденція до зростання. Інфляційна картина є найбільш показовою з точки зору монетарної дисципліни. Індонезія демонструє зразкову стабілізацію: з 8,36% у 2014 р. до 2,81% у 2023 р., що є прямим результатом ефективної координації монетарної та фіскальної політики. Ізраїль утримував майже нульову чи дефляційну інфляцію до 2021 р., проте прискорення до 5,3% у 2022 р. відображає специфічний шок пропозиції праці через масштабну мобілізацію. Україна пережила два масштабні інфляційні шоки (43,3% у 2015 р. та 20,18% у 2022 р.), кожен із яких збігається з хвилями зовнішньої агресії, проте здатність НБУ приборкати інфляцію у кожному випадку свідчить про інституційну стійкість центрального банку.

Для кількісної оцінки взаємозв'язку між якістю інституційного середовища та макроекономічними показниками використано методи кореляційного аналізу. Результати розрахунку коефіцієнта Пірсона (r) представлено у табл. 2.

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта Пирсона

Країна	r (індекс WGI та ВВП/душу)	Інтерпретація	r (індекс WGI та Інфляція)	Інтерпретація
Ізраїль	-0,637	Помірна обернена	-0,789	Сильна обернена
Індонезія	0,712	Сильна пряма	-0,674	Помірна обернена
Україна	0,397	Слабка пряма	-0,778	Сильна обернена

Примітка. Розраховано автором за даними [1-3].

Результати кореляційного аналізу виявляють принципово різні закономірності для трьох країн. Для Індонезії встановлено сильний прямий зв'язок між покращенням якості державного управління та зростанням ВВП на душу населення, що підтверджує гіпотезу про те, що реформи Omnibus Law та підвищення ефективності уряду стали безпосередніми драйверами економічного зростання. Водночас обернений зв'язок між індексом WGI й інфляцією означає, що зростаюча ефективність регулювання сприяла макростабілізації.

Для Ізраїлю кореляція між індексом WGI та ВВП є значно слабшою, що пояснюється унікальним «безпековим парадоксом»: незважаючи на погіршення політичної стабільності, ВВП продовжував зростати завдяки технологічному експорту.

Для України виявлено помірну пряму кореляцію WGI та ВВП, що відображає загальну логіку: реформаційні зрушення 2016–2021 рр. супроводжувалися економічним відновленням, тоді як деградація WGI 2022–2023 рр. збіглася з новим шоком. Сильна обернена кореляція: індекс WGI–інфляція підтверджує, що зміцнення інститутів (зокрема незалежності НБУ) є вирішальним чинником для монетарної стабільності.

На підставі проведеного аналізу можна сформулювати такі висновки:

1. Якість інституційного середовища (WGI) є суттєвою детермінантою макроекономічної ефективності, хоча їх взаємозв'язок є нелінійним та опосередкованим специфікою національної моделі. Для Індонезії виявлено сильну пряму кореляцію ($r > 0,7$) між індексом WGI та ВВП, тоді як ізраїльська технологічна модель національної економіки демонструє здатність генерувати надвисокий ВВП навіть при погіршенні окремих компонентів індексу WGI.

3. Тісний обернений зв'язок між індексом WGI та інфляцією підтверджено для всіх трьох країн: зростання інституційної якості (незалежність центральних банків, якість регулювання) є необхідною умовою монетарної стабільності. Особливо виразно це демонструє Україна, де НБУ, незважаючи на воєнний стан, зумів знизити інфляцію з 20,18% (2022) до 6,5% (2024).

4. Кожна з трьох країн репрезентує принципово відмінну парадигму взаємодії держави та ринку: ліберально-інноваційна (Ізраїль), дирижистсько-ресурсна (Індонезія) та трансформаційна (Україна). Відсутність єдиної «ідеальної» моделі свідчить про залежність оптимальної інституційної архітектури від географічних, культурних та геополітичних умов конкретної країни.

Перелік посилань

1. Worldwide Governance Indicators. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators (дата звернення: 30.03.2026)

2. World Bank Open Data. Data. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://data.worldbank.org/ (дата звернення: 30.03.2026)

3. World Economic Outlook Database. *International Monetary Fund*: веб-сайт: URL: https://www.imf.org/en/Publications/WEO (дата звернення: 09.03.2026).

МІГРАЦІЯ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНОЇ РОБОЧОЇ СИЛИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Керлан Аліса Станіславівна, група 292-22-1
***Науковий керівник :* д.е.н., професор Пилипенко Г.М.**

Проблема еміграції висококваліфікованої робочої сили у XXI столітті набуває дедалі більшої актуальності в умовах глобалізації та поглиблення міжнародних економічних відносин. Переміщення висококваліфікованих фахівців між країнами суттєво впливає на структуру світового ринку праці та може спричиняти дисбаланс в економічному розвитку держав. Зокрема, відтік високоосвічених кадрів призводить до ситуації, коли країни, що здійснюють значні інвестиції у систему освіти та підготовку спеціалістів, не отримують повною мірою економічної та інноваційної віддачі від вкладених ресурсів. У результаті результати наукових досліджень, технологічні розробки та інтелектуальний потенціал можуть реалізовуватися переважно в країнах-реципієнтах, що посилює нерівномірність розвитку національних економік.

За даними рейтингу The Global Economy показник «відтоку мізків», що використовується науковцями для опису відтоку висококваліфікованої робочої сили, в Україні на 2024 рік становить 8,4. Це дещо вищі показники за антирекорд 2023 року, коли показник досяг значення 8,9, але все ще свідчить про надвисокий рівень еміграції. На рисунку 1 зображено динаміку даного показника в Україні за 2019-2024 роки.



Рисунок – 1 Показник «відтоку мізків» в Україні за 2019-2024 роки

При тому, що середній показник відтоку високоінтелектуальної робочої сили. за 2024 рік, заснований на даних зі 175 країнах, становив 4,98 індексних пунктів, що ставить Україну на 7 місце за рівнем відтоку високоінтелектуальної робочої сили [Україна у топ-10 країн за рівнем «відтоку мізків» [1].

Дослідження науковців показують, що на даний момент найбільше впливають на «відтік мізків» наступні фактори:

– державна політика, що має на увазі залучення талантів та сприяння регіональному розвитку. Недостатнє фінансування науки, інновацій, стартапів сприяє збільшенню міграційних потоків з країни;

– зовнішнє втручання. Як визначальний фактор відтоку мізків, посилюється в умовах нестабільності та дестабілізації, як це спостерігається в таких країнах, як Україна, Сирія, Іран, Ірак та Афганістан, де зовнішнє втручання та терористичні атаки посилюють умови, що сприяють еміграції талановитих кадрів.

– нерівномірний економічний розвиток або економічний спад, зумовлений нестабільністю держав та регіональним дисбалансом, є ключовим фактором витоку мізків, оскільки він обмежує можливості працевлаштування та загострює соціальну напруженість. Тож висококваліфіковані працівники шукають кращих можливостей за кордоном, через обмежені перспективи самореалізації на батьківщині [2, с. 7-12].

Такі процеси призводять до низки негативних наслідків, таких як нестача кваліфікованих кадрів в країнах-донорах, з фінансової точки зору це зменшення надходжень до бюджету(ВВП), та загалом сповільнює економічний розвиток. В соціальному плані це дефіцит кваліфікованих кадрів, від чого страждає сектор охорони здоров’я, освіти, інновацій. Відтік професіоналів знижує якість послуг, що надаються, що в свою чергу підвищує ціни та породжує соціальну нерівність.

Інвестуючи в освіту та підготовку фахівців, (це державні кошти, податки платників), країни не отримують рівноцінної віддачі, адже фахівці працюють та генерують ВВП за межами країни. До того ж іммігранти не сплачують податки з доходів у бюджет, що пізніше розподіляються на освіту, охорону здоров'я, інфраструктуру. Крім того такі тенденції мають негативний вплив на роботу інституцій управління, антикорупційних інституцій, що знову ж таки не сприяє розвитку економік. Суспільство загалом стає менш мобільним, посилюється нерівність.

Досвід держав що намагалися приборкати відтік висококваліфікованої робочої сили показує наступне: Ізраїль намагався вирішити проблему за допомогою зміцнення наукового потенціалу країни шляхом створення центрів передових досліджень та повернення провідних учених, які працювали за кордоном. Передбачалося, що розвиток сучасної дослідницької інфраструктури та фінансова підтримка досліджень сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності ізраїльської науки та створять умови для повернення фахівців. Проте приблизно через шість років програма була припинена, зокрема через недостатній рівень фінансової підтримки та заслабкого результату. Пізніше Ізраїль зміг досягти більшого прогресу за рахунок вузького фокусу - сфера високих технологій. На відміну від попередніх програм, вона орієнтувалася не лише на повернення громадян Ізраїлю, а й на залучення іноземних фахівців до ізраїльської технологічної галузі.

Іншим прикладом є Молдова, яка також бореться з міграцією висококваліфікованої робочої сили, зокрема через активну взаємодію з національною діаспорою. На відміну від деяких інших держав, які зосереджуються передусім на безпосередньому поверненні емігрантів, молдовська політика також орієнтована на використання потенціалу громадян, що проживають за кордоном.

Одним із ключових напрямів цієї політики є налагодження співпраці з професійною та науковою діаспорою з метою залучення фінансових ресурсів, інвестицій, а також передачі знань і професійного досвіду. Такий підхід дозволяє державі отримувати певні переваги навіть у ситуації, коли значна частина висококваліфікованих фахівців продовжує працювати за межами країни. Загалом така політика мала достатньо позитивний результат, проте майже половина економічно активної робочої сили перебуває за межами країни.

Тож міжнародний досвід показує що одного ідеального інструменту чи підходу до боротьби з відтоком висококваліфікованої робочої сили на даний момент немає, проте є шляхи залучення нових талановитих та освічених спеціалістів, та створення умов для розвитку спеціалістів в середині країни.

В контексті сучасних світових тенденцій для України необхідним є перетворення «відтоку мозку» на його «циркуляцію» за рахунок створення можливостей, розвитку, розкриття власного потенціалу. Залучення спеціалістів та інвестицій з інших країн та створення простору, що був би сприятливим для зозвитку спеціалістів та їх досліджень.

Саме співпраця зі спеціалістами по всьому світу, можливість кар’єрного зростання приваблює кваліфіковану робочу силу. Тож ефективна державна політика зі створення можливостей для обміну знаннями, досвідом, заохочення стартапів, та ініціатив має стати початком притоку висококваліфікованих людей назад до країни. Важливим є впровадження даних ініціатив вже в період воєнних дій, а не після їх завершення, адже це стане стимулом молодих освітян, спеціалістів будувати кар’єру в Україні, а не шукати саморозвитку за її межами. Таким чином процес повернення спеціалістів з-за кордону полегшиться, та збитки через зниження наукової активності та винагород за неї не матимуть такого летального впливу на економіку країни.

Перелік посилань

1. Україна у топ-10 країн за рівнем «відтоку мізків». *Мінфін - все про фінанси: новини, курси валют, банки*. URL: https://minfin.com.ua/ua/2025/12/23/164820810/ (дата звернення: 06.03.2026).].

2. Vega-Muñoz A., González-Gómez-del-Miño P., Contreras-Barraza N. The Determinants of Brain Drain and the Role of Citizenship in Skilled Migration. *Social Sciences*, 2015, 21 c.

ПЕРСПЕКТИВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ LG ELECTRONICS У ГЛОБАЛЬНОМУ КОНКУРЕНТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Маховська Єлизавета Володимирівна, 292-24-1
***Науковий керівник:* професор Пилипенко Ганна Миколаївна**

Сучасне глобальне конкурентне середовище у сфері виробництва споживчої електроніки характеризується надвисокою інтенсивністю та стрімким скороченням життєвого циклу товарів. Для таких гігантів, як LG Electronics, функціонування в сучасних умовах означає постійну боротьбу за технологічне лідерство. Сьогодні компанія змушена протистояти не лише традиційним конкурентам із Південної Кореї та Японії, а й агресивній експансії китайських брендів, що використовують стратегію цінового лідерства для захоплення масових сегментів ринку. У таких умовах стратегічне значення набуває перехід від конкуренції за обсягами виробництва до нішевого домінування в преміальному сегменті, де головним чинником вибору споживача є інноваційність та унікальність продукту.

LG Electronics полягає докорінно змінила бізнес-парадигму через перехід від концепції продажу окремих пристроїв до розбудови цілісної інтелектуальної екосистеми «Smart Life Solution». Ключовим інструментом цієї трансформації є впровадження ШІ, об'єднаних у фірмову платформу ThinQ. Це дозволяє створювати «розумну» побутову техніку, яка здатна самостійно аналізувати звички користувача, оптимізувати витрати електроенергії та інтегруватися з хмарними сервісами. Це дозволяє LG формувати високу додану вартість та утримувати лояльність споживачів на ринках Північної Америки та Західної Європи, де вимоги до комфорту та технологічності є найвищими.

Результатом реалізації цієї стратегії стало закріплення статусу LG як світового лідера у виробництві OLED-панелей та інноваційних систем догляду за домом. Зокрема, успішна комерціалізація технології самосвітних пікселів у телевізорах та розробка холодильників з технологією InstaView стали еталонами преміального сегменту. Важливим результатом є також успішна адаптація компанії до стандартів ESG. Впровадження енергозберігаючих інверторних технологій дозволило LG не лише знизити собівартість експлуатації техніки для кінцевого споживача, а й зміцнити позиції на ринках із жорстким екологічним регулюванням. Отже, здатність компанії інтегрувати передові IT-рішення у традиційні промислові товари забезпечує їй стійкість до зовнішніх економічних шоків та цінового тиску з боку конкурентів. У майбутньому успіх корпорації залежатиме від глибини впровадження генеративного штучного інтелекту у побутові прилади та здатності компанії утримувати баланс між високою технологічністю та екологічною відповідальністю в епоху глобальної цифровізації.

Перелік посилань

1. LG Electronics Inc. Annual Report 2023. URL: https://www.lg.com/global/lg-ai/ (дата звернення: 17.04.2026).

УКРАЇНА НА СВІТОВОМУ РИНКУ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Мельник Вероніка Павлівна, група 292-22-1
***Науковий керівник:* доц. каф. ЕТ та МЕВ Литвин Марина Валентинівна**

Україна є однією з провідних аграрних держав світу та займає важливе місце на світовому ринку продовольчих товарів. Завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам і значному ресурсному потенціалу країна виступає одним із найбільших експортерів зернових та олійних культур, а також продуктів їх переробки. Аграрний сектор України відіграє ключову роль у формуванні валютних надходжень держави та забезпеченні продовольчої безпеки як на національному, так і на глобальному рівнях. Частка аграрної продукції у загальному експорті країни залишається стабільно високою, що свідчить про стратегічне значення галузі для економіки.

У структурі українського продовольчого експорту домінують зернові культури (пшениця, кукурудза) та соняшникова олія. Основними ринками збуту є країни Європейського Союзу, Азії та Африки. Сучасні умови функціонування сектору характеризуються високою невизначеністю через військові дії та логістичні обмеження.

Згідно з даними Державної служби статистики України, загальний обсяг виробництва сільськогосподарської продукції у 2025 році зменшився на 6,8% порівняно з 2024 роком. Помісячна зміна індексів виробництва відображена на рисунку 1, [1].

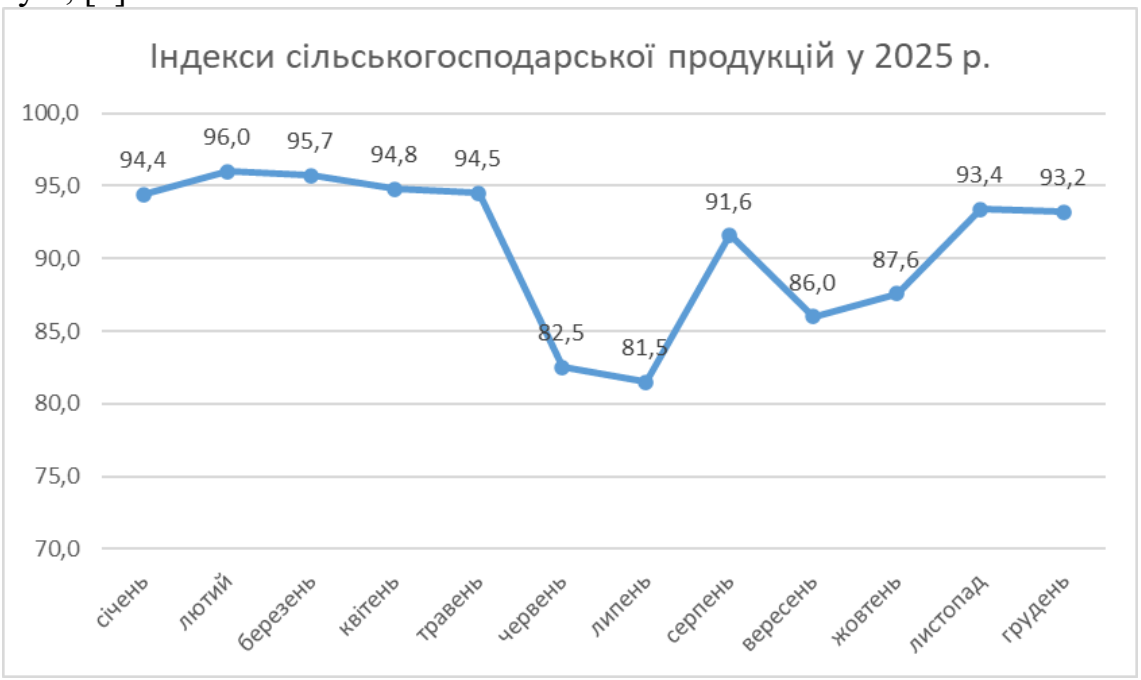


Рисунок 1 – Індекси сільськогосподарської продукції у 2025 р.

Україна впевнено зберігає статус одного з ключових гарантів глобальної продовольчої безпеки, попри екстремальні виклики останніх років. Хоча загальний обсяг виробництва сільськогосподарської продукції у 2025 році продемо-

нстрував зниження на 6,8% порівняно з попереднім періодом, аналіз помісячної динаміки вказує на високу адаптивність вітчизняного агробізнесу до кризових умов.

Перелік посилань

1. Індекс сільськогосподарської продукції у 2025 році (попередні дані) : експрес-випуск / Державна служба статистики України. — 2026. — 26 січ. — Режим доступу: https://stat.gov.ua/uk/publications/indeks-silskohospodarskoyi-produktsiyi-u-2025-rotsi-poperedni-dani-ekspres-vypusk

ОСОБЛИВОСТІ СТРАТЕГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ СИРНИХ СНЕКІВ НІМЕЧЧИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Москаленко Ангеліна Русланівна, група 292-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

Аналіз економіки країни перебування є важливим етапом для підприємств, які виходять на міжнародні ринки. Для ТОВ «Прайм Снек», що планує просувати свою продукцію в Німеччині, дослідження економічного середовища дозволяє оцінити інвестиційну привабливість країни, рівень ризиків та перспективи розвитку бізнесу. Розуміння макроекономічних чинників створює основу для прийняття стратегічних рішень та формування ефективної політики виходу на новий ринок.

Німеччина є учасником найпотужніших економічних та політичних об'єднань Європейського Союзу, до яких прагне долучитися Україна. Це відкриває перспективи подальшої економічної інтеграції та поглиблення торговельної співпраці між країнами. Успішне просування українських сирних снеків snEco на німецькому ринку стане не лише комерційно вигідним, але й сприятиме укріпленню іміджу української продукції в Європі.

Для аналізу економічного розвитку Німеччини та оцінки стану ринку обрано комплекс показників, що охоплює як макроекономічний, так і мікроекономічний рівень. Рівень інфляції та індекс споживчих цін (CPI) відображають зміну вартості товарів і послуг, що безпосередньо впливає на купівельну спроможність населення, а рівень безробіття демонструє стан ринку праці та можливості населення витрачати кошти на продукцію.

Мікроекономічні показники, такі як середній дохід домогосподарств, структура споживчих витрат на продукти харчування та споживання молочних продуктів на душу населення, дозволяють більш детально оцінити поведінку споживачів і їх пріоритети у витратах. Обсяг ринку снеків та імпорт продуктів харчування і напоїв дає змогу визначити реальний потенціал збуту, а також рівень конкуренції та відкритості ринку. Крім того, включення показників політичної стабільності дозволяє враховувати зовнішні фактори ризику і доступність ресурсів, що впливають на розвиток ринку.

У таблиці 1 представлено основні показники для визначення перспективи просування на ринку снеків у Німеччині.

Як видно із табл. 1, рівень інфляції коливався від 0,3 % у 2015 році до 8,7 % у 2022 році, що негативно вплинуло на купівельну спроможність. Рівень безробіття, який знизився з 4,6 % до 3 % у 2023–2024 роках, є позитивним показником стабільного ринку праці. Висока зайнятість підтримує споживчий попит і стабільність витрат населення. Індекс споживчих цін (CPI) показує зростання з 100 у 2015 році до 128,9 у 2024 році, що вказує на поступове подорожчання товарів. Паралельне зростання доходів домогосподарств з 33 000 євро у 2015 році до 40 000 євро у 2024 році частково компенсує вплив інфляції та підтримує споживчий попит і купівельну спроможність населення, а також зростання по-

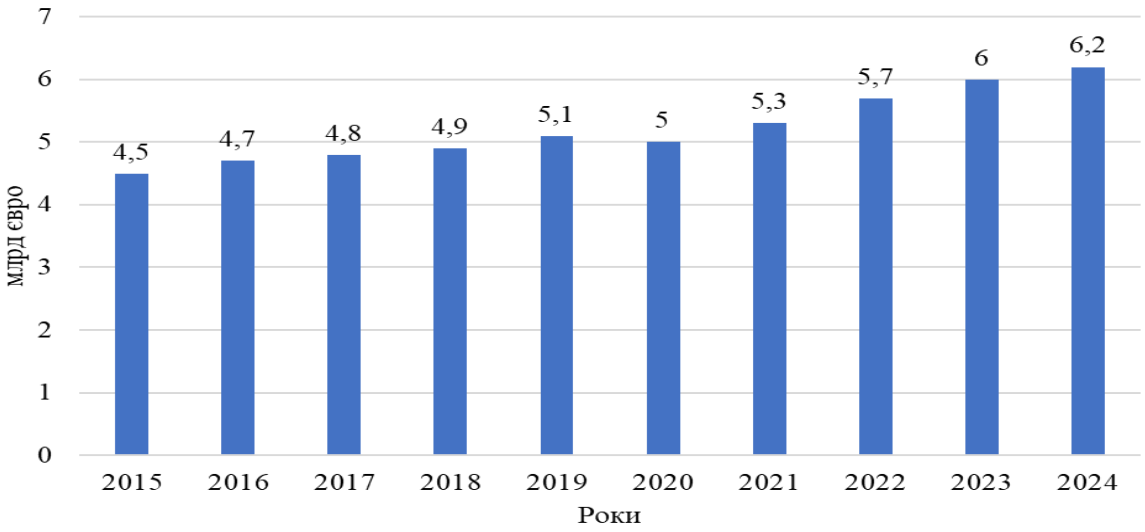
питу на продукцію середнього і преміум-сегменту. Споживчі витрати на продукти харчування знизилися з 10,6 % у 2015 році до 10 % у 2021 році, що відображає покращення доходів і можливість витрачати більшу частку коштів на інші товари. Підвищення до 10,9 % у 2024 році свідчить про вплив подорожчання продуктів харчування, що може обмежувати доступність деяких товарів.

Таблиця 1 – Статистичні дані розвитку економіки Німеччини за 2015–2024 рр.

Показник	Роки									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Рівень інфляції (ГІСЦ), %	0,3	0,4	1,5	1,8	1,4	0,5	3,2	8,7	6	2,4
Рівень безробіття, %	4,6	4,2	3,8	3,4	3,1	3,8	3,6	3	3	3
Індекс споживчих цін (CPI), базовий рівень (2015=100)	100	100,4	102	103,9	105,4	105,9	109,3	118,8	125,9	128,9
Середній дохід домогосподарств (нетто), євро/рік	33000	33700	34500	35200	36000	36500	37300	38100	39000	40000
Споживчі витрати на продукти харчування, % від доходу	10,6	10,5	10,4	10,3	10,2	10,1	10	11,2	11,5	10,9
Обсяг ринку снеків у Німеччині, млрд євро	4,5	4,7	4,8	4,9	5,1	5	5,3	5,7	6	6,2
Обсяг імпорту продуктів харчування та напоїв, млрд євро	68,2	70,5	72,1	74,8	76,5	80,1	85,9	98,4	101	103
Споживання молочних продуктів на душу населення, кг/рік	73,1	74,5	75	76,2	76,8	77,1	77,5	76,9	77	77,1
Політична стабільність (Індекс WGI)	0,8	0,68	0,58	0,59	0,66	0,68	0,69	0,64	0,57	0,57

Примітка. Складено автором за [1-6]

Обсяг ринку снеків у Німеччині збільшився з 4,5 млрд. євро у 2015 році до 6,2 млрд. євро у 2024 році, що свідчить про позитивну динаміку і стабільне зростання попиту на снеки, що є сприятливим для компанії. На рис. 1 наведено динаміку обсягів ринку снеків Німеччини.



Примітка. Складено автором за [2]

Рисунок 1 – Динаміка обсягів ринку снеків Німеччини у 2015–2024 рр.

Споживання молочних продуктів на душу населення залишалося стабільним на рівні близько 77 кг/рік протягом аналізованого періоду, що вказує на постійний попит на молочні продукти та сприяє зростанню попиту на молочні снеки ТМ snEco. Політична стабільність (Індекс WGI) показує зниження з 0,8 у 2015 році до 0,57 у 2023–2024 роках, що відображає деякі ризики для бізнес-середовища і потребує уваги при плануванні операцій на ринку.

Виходячи з наведеного аналізу показників економічного та споживчого середовища Німеччини, можна зробити висновок, що країна є привабливим ринком для просування українських сирних снеків ТМ snEco. Незважаючи на окремі ризики, пов’язані з політичною стабільністю та коливанням інфляції, економічні, соціальні та ринкові тенденції свідчать про доцільність та перспективність виходу українських снеків на німецький ринок.

Перелік посилань

1. Destatis. *Federal Statistical Office of Germany:* офіц. веб-сайт. URL: https://www.destatis.de/EN/Home/_node.html (дата звернення: 15.11.2025)

2. Euromonitor. *Euromonitor.* URL: https://www.euromonitor.com/ (дата звернення: 15.11.2025)

3. Eurostat. *Eurostat:* офіц. веб-сайт. URL: https://ec.europa.eu/eurostat (дата звернення: 15.11.2025)

4. FAO. *The Food and Agriculture Organization:* офіц. веб-сайт. URL: https://www.fao.org/countryprofiles/index (дата звернення: 15.11.2025)

5. The Committee on World Food Security. *The Food and Agriculture Organization:* офіц. веб-сайт. URL: https://www.fao.org/cfs/en/ (дата звернення: 15.11.2025)

6. World Bank Open Data. Data. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://data.worldbank.org/ (дата звернення: 15.11.2025)

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО РИНКУ УКРАЇНИ ЯК СКЛАДОВОЇ СВІТОВОГО РИНКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Небрат Світлана Олександрівна, група 299-22-1
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Литвиненко Наталія Іванівна**

Фармацевтичний ринок України демонструє динамічний розвиток у контексті глобальної фармацевтичної індустрії. У 2025 році український ринок перебував у фазі структурних змін з новою роллю держави та трансформацією поведінки споживачів. Як складова світового ринку, Україна займає важливу позицію в Центральній і Східній Європі, виробляючи генеричні ліки та розширюючи географію експорту.

В 2025 році обсяги світового фармацевтичного ринку складали 1999,24 млрд. дол. США та очікується зростання до 2150,2 млрд. дол. США у 2026 р [1]. Основними драйверами глобального зростання є: підвищення захворюваності на хронічні хвороби, старіння населення, збільшення інвестицій у дослідження та розробки передових методів лікування.

Незважаючи на складні воєнно-економічні умови, український фармацевтичний ринок демонструє стійкість та адаптивність. Загальний обсяг аптечного продажу товарів «аптечного кошика» за підсумками 2025 року досяг 221,9 млрд. грн, що на 14% більше порівняно з 2024 роком (194,6 млрд. грн) [2].

Ключовим чинником, що формує перспективи ринку, є євроінтеграційний вектор. У 2025 році Україна приєдналася до Договору про спільні закупівлі засобів медичного захисту, розпочато підготовку до запуску Українського фармацевтичного агентства з 1 січня 2027 року [3].

Інвестиційна привабливість галузі підтверджується даними податкових органів, за якими фармацевтична галузь посідає 5-те місце за обсягом сплати податків. У 2025 році зростання державних закупівель ліків становило 29% у грошовому вираженні, а обсяг закупівель за договорами керованого доступу для лікування рідкісних захворювань дорівнював 52 млн. дол. США [4].

Експортна діяльність українських фармацевтичних виробників демонструє стійке зростання. Динаміку експорту наведено в таблиці 1.

За даними Державної митної служби, у 2025 році Україна експортувала лікарських засобів на суму 402 156 тис. дол. США, що на 25% більше порівняно з 2024 роком (321 706 тис. дол. США) [5]. Основними країнами-імпортерами українських ліків у 2025 році стали Узбекистан, Литва та Грузія, тоді як Казахстан, що входив до трійки лідерів у 2024 році, скоротив закупівлі.

Таблиця 1 – Топ-10 країн-імпортери українських ліків у 2024–2025 рр.

Країна	Експорт у 2024 р., тис. дол. США	Експорт у 2025 р., тис. дол. США
Узбекистан	49 924	82 300
Литва	42 977	54 050
Казахстан	23 551	19 364
Грузія	20 257	20 888
Молдова	14 591	16 237
Киргизстан	10 219	9 577
Ірак	11 295	7 696
Азербайджан	10 885	11 254
Латвія	6 507	9 304
Польща	6 482	5 246
Інші	125 018	166 240
Всього	321 706	402 156

Примітка. Складено за даними [5].

Ключові виклики для українського фармацевтичного ринку включають: низький рівень споживання на душу населення порівняно з розвинутими країнами, економічну вразливість споживачів, регуляторну невизначеність та впливи воєнного стану. Водночас перспективи розвитку базуються на цифровізації галузі, розширенні виробництва біотехнологічних препаратів, поглибленні міжнародної співпраці та наявності 50 тис. кваліфікованих фармацевтів в Україні.

Отже, фармацевтичний ринок України демонструє значний потенціал як для локального розвитку, так і для міжнародного розширення. Позиціонування як надійного виробника генеричних ліків, членство в PIC/S та розвинена сертифікаційна база дозволяють українським компаніям конкурувати на глобальному ринку. За сприятливих регуляторних і економічних умов очікується прискорення темпів зростання, особливо у сегментах біосимілярів та інноваційних препаратів. Інтеграція з глобальним ринком та дотримання міжнародних стандартів залишаються ключовими факторами успіху української фармацевтики на світовій арені.

Перелік посилань

1. Impact of COVID-19 on Pharmaceutical Market. *Fortune Business Insights:* веб-сайт. URL: https://www.fortunebusinessinsights.com/impact-of-covid-19-on-pharmaceuticals-market-102685 (дата звернення: 10.04.2026).

2. Аналіз фармацевтичного ринку України. Pharmsfera: веб-сайт. URL: https://pharmsfera.com/11-2/ (дата звернення: 10.04.2026).

3. Євроінтеграція у сфері охорони здоров'я: ключові результати року. МОЗ України:офіц. веб-сайт.

URL: https://moz.gov.ua/uk/news/yevrointegraciya-u-sferi-ohoroni-zdorov-ya-klyuchovi-rezultati-roku (дата звернення: 10.04.2026).

4. Proxima Research. Огляд стану фармацевтичного ринку України та прогноз його розвитку. Promoboz: веб-сайт. URL: https://promoboz.com/journal/2026/1-106-march/oglyad-stanu-farmatsevtychnogo-rynku-ukrayiny-ta-prognoz-jogo-rozvytku/ (дата звернення: 10.04.2026).

5. Статистика та реєстри. *Державна митна служба України*: офіц. веб-сайт. URL: https://customs.gov.ua/ (дата звернення: 10.04.2026).

АНАЛІЗ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА РИНКУ СИРНИХ СНЕКІВ ІТАЛІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Парфєвець Софія Денисівна, група 292-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

Сучасний етап розвитку світового господарства характеризується посиленням глобалізації, зростанням конкуренції на міжнародних ринках і пошуком нових перспективних напрямів експорту для українських виробників. Італія є одним із найбільших споживчих ринків ЄС (третє місце за населенням), має розвинену культуру споживання сиру та молочних продуктів, а також стабільний попит на здорові, білкові та зручні перекуси.

Метою роботи є проведення комплексного аналізу зовнішнього середовища ринку снеків Італії для оцінки перспектив просування сирних снеків ТОВ «Прайм Снек» під торговою маркою snEco [1].

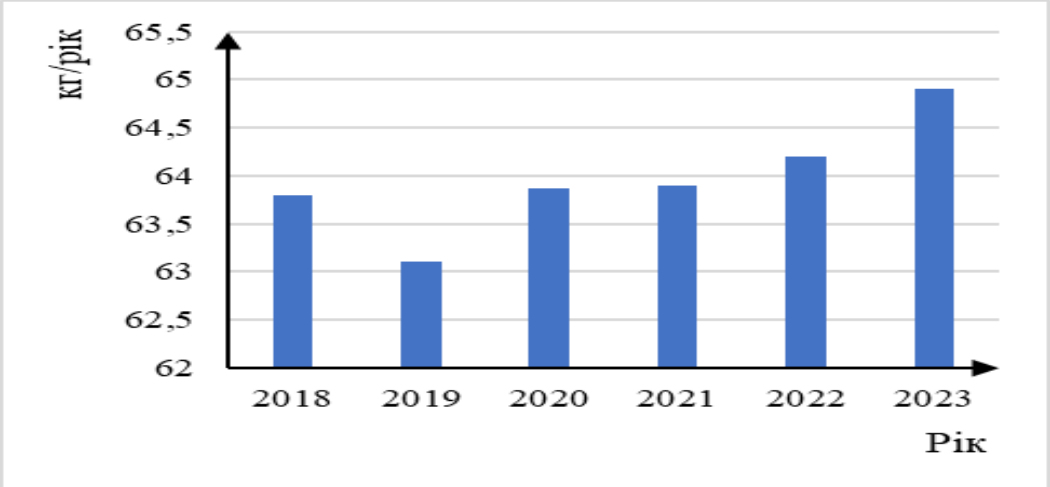
Аналіз зовнішнього середовища ринку сирних снеків проведено на основі шести показників. Для розуміння тенденцій змін за цими показниками на ринку Італії, у таблиці 1 представлені значення кожного показника за 10 років у періоді 2014–2023 рр. Показник споживання снеків на душу населення (кг/рік) представлений лише за період 2018–2023 рр., через відсутність попередніх даних.

Таблиця 1 – Значення показників дослідження на ринку Італії за останні 10 років у періоді 2014–2023 рр.

Показник	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Купівельна спроможність населення, дол. США	36666,7	37394,5	40482,6	42142,3	43386,7	46661,9	44435,6	49825,4	56247,4	57893,4
Постачання продовольства на душу населення (ккал на людину в день)	3514,6	3521,31	3522,01	3530,84	3527,78	3623,83	3662,37	3689,8	3709,27	3752,65
Споживання білку на душу населення (грам/день)	113,04	111,99	110,98	112,73	113,59	114,84	114,28	116,76	115,25	116,61
Споживання молочних продуктів на душу населення, кг/рік	218,6	219,3	211,97	209,8	233,5	233,06	229,6	230,4	228,2	232,07
Споживання снеків на душу населення (кг/рік)	-	-	-	-	63,8	63,1	63,87	63,9	64,2	64,9
Політична стабільність (Індекс WGI)	0,46	0,36	0,36	0,29	0,33	0,38	0,4	0,55	0,47	0,58

Примітка. Складено за даними [2-4].

В першу чергу проаналізуймо показник, який характеризує політико-правове середовище – Індекс WGI. Як видно із таблиці 1, ризик виникнення політичної нестабільності в Італії має тенденцію до зниження в останні роки, але при цьому показник залишається невеликим, що вказує на помірну ефективність державного управління. Наступний показник – це купівельна спроможність населення Італії, яка зростає з кожним роком, крім 2020 року, коли під час всесвітньої пандемії COVID-19, країна значно втратила людський та фінансовий потенціал. Після пандемії Італія достатньо оговталася для подальшого зростання показника. Така тенденція лише сприятиме просуванню продукту – українських сирних снеків компанії ТОВ «Прайм Снек», ТМ snEco на ринку Італії. Безпосередньо тенденції у споживанні продуктів харчування італійцями характеризують 4 показники, динаміку яких розглянуто нижче. Як видно із табл. 1, кількість споживання ккал на день серед населення Італії з кожним роком зростає, а особливо суттєво після 2018 року, коли показник виріс майже на 200 ккал на день. Споживання сиру та молочних продуктів, яке спостерігається за даними табл. 1, доволі нестабільне до 2017 року включно, у 2018 році воно різко зросло, і всі подальші роки кількість продукції тримається приблизно на одному рівні. Щодо обсягів споживання снеків, то тут також спостерігається стійка тенденція до зростання. Більш наочно динаміка споживання снеків (загалом, включаючи чіпси, печиво та зернові снеки тощо) на душу населення Італії представлена на рис. 1.



Примітка. Складено за даними [4].

Рисунок 1 – Обсяги споживання снеків на душу населення Італії у період 2018–2023 рр., кг/рік

Загалом, усі ці дані дають розуміння того, що українські сирні снеки компанії ТОВ «Прайм Снек», ТМ snEco мають гарний потенціал, щоб привернути увагу італійського споживача. Враховуючи важливий аспект у вигляді культури споживання сиру в Італії, усе це дає позитивний сигнал для просування товару – українських сирних снеків компанії ТОВ «Прайм Снек», ТМ snEco на ринку Італії.

Отже, проаналізувавши динаміку обраних показників, можна зробити висновок, що наш товар – українські сирні снеки компанії ТОВ «Прайм Снек», ТМ snEco, має значний потенціал для входження на ринок снеків Італії.

Таким чином, результати дослідження свідчать про наявність стійких позитивних тенденцій, які створюють сприятливі умови для виходу та закріплення продукту, а саме:

– політична стабільність країни має стійку тенденцію до зростання, що мінімізує ризики для довгострокових інвестицій і контрактів;

– постачання продовольства зросло з 3514 до 3752 ккал/особу/день, що відображає підвищення харчової безпеки та готовність населення до додаткових категорій перекусів;

– споживання снеків на душу населення стабільно зростає (з 63,8 кг у 2018 р. до 64,9 кг у 2023 р.), а загальний ринок снеків демонструє позитивну динаміку навіть у постпандемійний період;

– купівельна спроможність населення значно збільшилася за досліджуваний період і в 2023 році досягла 57 893 міжнародних доларів;

– споживання сиру та молочних продуктів стабілізувалося на високому рівні, а споживання білка зросло до 116,6 г/день, що повністю відповідає тренду на здорове харчування та білкові перекуси.

У сукупності отримані дані дозволяють зробити однозначний висновок – італійський ринок має високий потенціал для успішного просування та закріплення сирних снеків ТМ snEco. Наявність стійкого попиту на здорові, натуральні, білкові продукти, висока купівельна спроможність, розвинена культура споживання сиру та стабільне макроекономічне середовище створюють ідеальні передумови для реалізації поставлених цілей щодо просування товару на ринку.

Перелік посилань

1. Українські сирні снеки виходять на ринок Швеції. Історії успіху. Голова. *Дія Бізнес*: офіц. веб-сайт URL: https://business.diia.gov.ua/history-of-success/ukrainski-syrni-sneky-vykhodiat-na-rynok-shvetsii

2. World Bank Open Data. Data. *World Bank Group*: офіц. веб-сайт URL: https://data.worldbank.org/

3. Food Balances (2010-). *Food and Agriculture Organization of the United Nation*: офіц. веб-сайт URL: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS

4. Snack Food – Italy. Confectionery & Snacks. Food. Consumer. Market Insight. *STATISTA*: веб-сайт URL: https://www.statista.com/outlook/cmo/food/confectionery-snacks/snack-food/italy#volume

ПРОБЛЕМИ БІДНОСТІ У КРАЇНАХ СВІТУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Пікуль Олексій, група 292-22-1,
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Смесова Вікторія Леонідівна**

Серед основних проблем, які супроводжують розвиток країн світу на сучасному етапі, є проблема бідності, не зважаючи на те, що ми живемо вже у XXI столітті. Ця проблема є глобальною проблемою сучасності та охоплює все світове господарство, а також віднесена до основних цілей сталого розвитку, які сформовані ООН.

Бідність є результатом впливу різних факторів, наприклад, несприятливих природно-кліматичних умов, що не дозволяють країнам вирощувати достатню кількість продуктів харчування, виживати в умовах повені, циклонів, ураганів та посухи. Також серед причин бідності слід назвати війни та конфлікти у країні, злочинність, тероризм, розвинена наркомафія і торгівля людьми, окупація природних ресурсів, вирублені лісові масиви, протистояння, спрямовані на захоплення ресурсів, що не дозволяють розвивати свою економіку та вирішувати соціальні проблеми.

Також серед факторів, які викликають бідність сучасних країн є значний демографічний ріст населення при відсутності зростання кількості робочих місць та доходів у населення, корупційні схеми урядів, які задовольняють особисті інтереси, а не інтереси населення. Це призводить до недофінансування соціальних напрямів, таких як освіта, медичне обслуговування, що спричиняє у свою чергу відсутність прагнення та можливостей у людей до підвищення свого добробуту, рівня розвитку, низької тривалості життя, хвороб та високої смертності населення.

У період 1990-2025 рр. спостерігається тенденція до зниження рівня крайньої бідності на рівні всього світу – з 2,3 мільярда осіб до 831 мільйона відповідно, оскільки спостерігалося піднесення економіки країн Південно-Східної Африки [1]. Однак десять найбідніших країн знаходяться саме в африканському макрорегіоні та мають найнижчий рівень ВВП на душу населення за РКР у світі, а також нерозвинену економіку, політичну нестабільність, військові конфлікти та низький соціальний рівень розвитку (рисунок 1).

Ці країни відносяться до країн з найбільшою глибиною бідності, що супроводжується голодом, нестачею питної води та гуманітарною катастрофою.

За результатами вказаного рейтингу (рис. 1) серед топ-5 найбідніших країн світу у 2025 році за рейтингом міжнародних організацій, зокрема, Світового банку та МВФ знаходяться такі країни як Південний Судан, у якому ВВП на душу населення становить 960 дол США, Бурунді (1010 дол США), ЦАР (1310 дол США), Малаві (1760 дол США), Мозамбік (1790 дол США) [1]. У 2026 році перелік країн не змінився, відбулися тільки зміни у рівні доходів їх населення та позиції у цьому рейтингу.

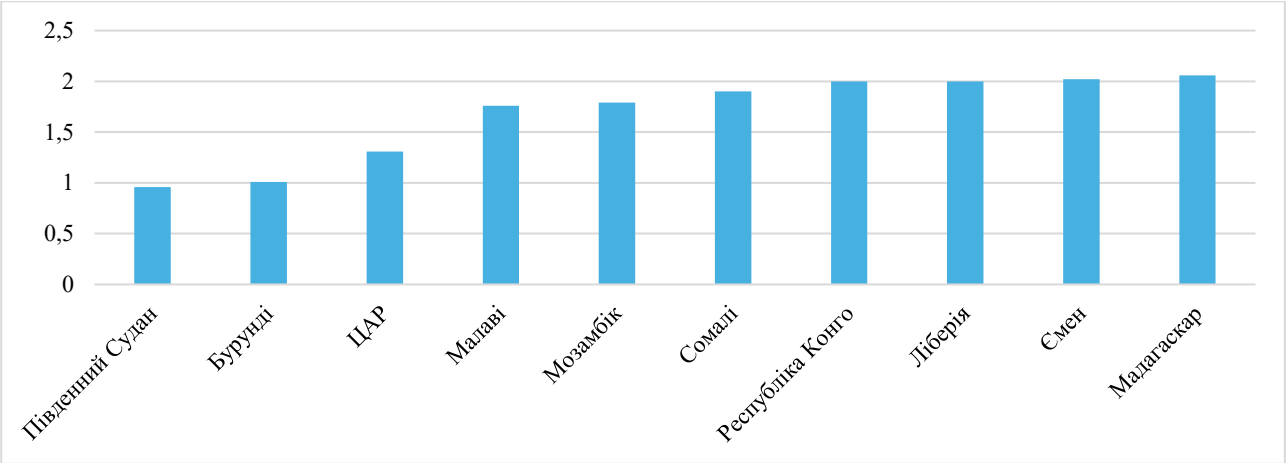


Рисунок 1 – Найбідніші країни світу за рівнем ВВП на душу населення у 2025 р. за паритетом купівельної спроможності, тис дол США [1]

Сьогодні перелічені країни потребують невідкладної допомоги від світового співтовариства, відповідних економічних і соціальних реформ з боку урядів, інвестицій від міжнародних інвесторів. Це передбачає здійснення гуманітарної підтримки населення найбідніших країн світу розвиненими країнами, передачу гуманітарної допомоги, надання послуг в сфері освіти та медицини, транспортування додаткового продовольства та сільськогосподарської сировини, здійснення контролю над прозорістю використання такої допомоги.

Також найбідніші країни потребують законодавчої підтримки та консультаційної допомоги у проведенні реформ, залучення коштів іноземних інвесторів для підвищення зайнятості населення та відповідно його доходів, створення нормальних умов для трудової діяльності, вирішення проблем із корупцією та тероризмом, припинення військових конфліктів та громадянських війн.

Міжнародні організації повинні налагоджувати співтовариство з урядами цих країн та пропонувати відповідні плани дій та напрями вирішення проблем бідності, використовувати свою впливовість для врегулювання цієї проблеми, оскільки саме вони мають значний досвід у цій сфері та вже мають певні успіхи у досягнені позитивних результатів.

Одночасно з цим найбідніші країни також повинні орієнтуватися на зміни у державній економічні та соціальній політиці, робити дієві кроки у законодавчій, виробничій, інвестиційній сфері. Такі спільні дії матимуть результат та зумовлюватимуть підвищення ВВП на душу населення, врегулювання проблеми народжуваності та смертності, зниження тривалості життя та захворюваності у цих країнах світу.

Перелік посилань:

1. WBG Poverty and Inequality Update - Fall 2025. 2025. URL: https://surl.li/pynmub

2. Давиденко М. Найбідніша країна світу: виклики та реалії бідності. 2026. URL: https://engage.org.ua/najbidnisha-krayina-svitu-vyklyky-ta-realiyi-bidnosti/

ІННОВАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК КОМПАНІЇ SHELL PLC

НТУ «Дніпровська політехніка»

Самойленко Марія Андріївна, група 292-24-1
***Науковий керівник:* д.е.н., проф. Пилипенко Ганна Миколаївна**

На сьогоднішній день світовий енергетичний ринок проходить через масштабні трансформації. Кліматичні зміни, посилення екологічних стандартів та поступове виснаження родовищ ресурсів формують нові виклики для нафтогазових корпорацій. Паризька угода 2015 року та Європейский зелений курс встановили амбітні цілі щодо досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року, що включає декарбонізацію енергетичного сектору та відмову від викопних видів палива. Багаторічні лідери сегменту змушені переглядати свої стратегії та робити значні інвестиції в інноваційні технології на шляху до переходу на відновлювані джерела енергії та зменшення свого вуглецевого сліду.

З цих причин збереження конкурентоспроможності та виживання енергетичних компаній на ринку залежить не лише від ефективності видобутку та переробки ресурсів, але й здатності до впровадження інновацій та адаптації до нової реальності. Яскравим прикладом успішної стратегії є компанія Shell plc – одна з найбільших у світі транснаціональних енергетичних та нафтохімічних компаній, яка веде бізнес у понад 70 країнах та налічує близько 85 000 співробітників [1]. Розуміння напрямків інноваційного розвитку компанії, її цифрової трансформації та стратегії переходу до чистої енергетики є актуальним завданням для дослідження механізмів адаптації великого бізнесу до умов сталого розвитку.

Дослідження діяльності компанії Shell plc свідчить, що прагнення до технологічного лідерства закладено в її корпоративній історії. Ще у 1892 році засновники компанії кардинально змінили систему транспортування нафти, використавши танкер Murex для перевезення сировини у великих обсягах [2]. Сьогодні ж фокус інновацій Shell plc змістився у площину цифровізації, розробки високотехнологічних продуктів та розвитку відновлюваної енергетики.

Важливим фактором, що дає компанії можливість масштабних інвестицій в інновації, є вертикально інтегрована бізнес-модель: Shell plc контролює весь ланцюг створення вартості – від видобутку сировини до збуту продукції кінцевому споживачеві. Така стратегія дозволяє компанії генерувати стабільні грошові потоки навіть в умовах значних коливань цін на енергоносії. Компанія дотримується фінансової дисципліни, оптимізуючи витрати та плануючи знизити капіталовкладення в традиційні сегменти до 20–22 млрд доларів на рік у 2025–2028 рр., що звільняє ресурси для інвестицій в інноваційні рішення [3].

Shell plc активно впроваджує технології штучного інтелекту та використовує Big Data для підвищення ефективності своєї діяльності. Зокрема для оптимізації процесів видобутку нафти й газу, що дозволяє знизити

операційні витрати. Машинні системи аналізують величезні масиви даних з датчиків на свердловинах, оптимізують видобуток в режимі реального часу та прогнозують можливі несправності обладнання [4].

Не менш важливим напрямком інновацій компанії є розробка власного високоефективного палива. Shell plc інвестує значні ресурси у створення формул з покращеними характеристиками, які захищають та очищують двигун від корозії та відкладень, забезпечуючи підвищену ефективність, а також знижують споживання пального та зменшують викиди шкідливих речовин [5].

Найбільш масштабні інноваційні зрушення Shell plc пов'язані з її амбітною метою – вдвічі зменшити вуглецеву насиченість своїх енергетичних продуктів до 2050 року. Перехід компанії на чисту енергію засновується на кількох ключових напрямках.

По-перше, Shell plc здійснила значні інвестиції в проекти сонячної та вітрової енергетики з метою отримувати значну частину енергії з відновлюваних джерел вже до 2030 року. Компанія побудувала вітрові електростанції в Північному морі, а також придбала частки в компаніях, що спеціалізуються на сонячній енергетиці, по всьому світу [6].

По-друге, усвідомлюючи, що період переходу на повністю відновлювану енергетику буде поступовим та все ще потребуватиме використання вуглеводнів, Shell plc інвестувала в технології Carbon Capture and Storage (CCS). Вона спрямована на уловлювання вуглекислого газу від виробничої діяльності та його подальше безпечне зберігання на великих глибинах. Компанія розглядає CCS не тільки як спосіб скорочення власних викидів, але й як новий напрям бізнесу, надаючи технології у користування іншим компаніям [7].

По-третє, Shell plc досягла значних успіхів у розвитку виробництва зеленого водню, в якому застосовується відновлювана електроенергія. Водень розглядається як один з найбільш перспективних енергоносіїв майбутнього, особливо для декарбонізації важкої промисловості та транспорту [6].

Проведене дослідження стратегічних напрямків розвитку Shell plc показує, що в умовах масштабної трансформації світового енергетичного ринку інноваційна діяльність є ключовим чинником збереження лідерства компанії. Сьогоднішня стратегія Shell plc орієнтована на поступову відмову від класичної моделі видобувного підприємства та перехід до інтегрованої енергетичної компанії, яка активно впроваджує низьковуглецеві технології.

Основою для реалізації такої стратегії виступає вертикально інтегрована бізнес-модель корпорації. Здійснення контролю над усіма ланками ланцюга створення вартості – від видобутку сировини до збуту продукції – робить компанію фінансово стабільною навіть в умовах значних коливань світових цін на енергоресурси. Це дозволяє Shell plc раціонально розподіляти капіталовкладення та вивільняти значні ресурси для інвестицій в інноваційні рішення.

Важливим напрямом інноваційного розвитку є впровадження цифрових технологій. Використання штучного інтелекту та аналізу великих даних (Big Data) дає змогу Shell plc знижувати операційні витрати та підвищувати ефективність своєї діяльності.

Водночас ціль Shell plc відвічі зменшити вуглецеву насиченість своїх енергетичних продуктів до 2050 року реалізується через розвиток нових технологічних напрямів. Інвестиції у сонячну й вітрову енергетику, впровадження систем уловлювання та зберігання вуглецю та виробництво зеленого водню є не лише відповіддю на вимоги ринку, але й необхідністю в контексті дотримання міжнародних екологічних стандартів. Зокрема, розвиток водневих технологій відкриває можливості декарбонізації важкої промисловості та транспорту, де використання електричної енергії є обмеженим або малоефективним.

Таким чином, інноваційна стратегія Shell plc є комплексною та збалансованою відповіддю на сучасні виклики. Основою довгострокової стійкості корпорації є одночасне вдосконалення традиційних напрямів діяльності та активне впровадження альтернативних джерел енергії й передових технологій. Це дозволяє Shell plc успішно адаптуватися до умов глобального енергетичного переходу, продовжуючи сталий розвиток та зберігаючи своє лідерство на світовому ринку.

Перелік посилань

1. Shell at a glance. *Shell Global: веб-сайт*. URL: https://www.shell.com/who-we-are/shell-at-a-glance.html (дата звернення 17.04.2026).

2. Our company history. *Shell Global: веб-сайт*. URL: https://www.shell.com/who-we-are/our-history/our-company-history.html (дата звернення 17.04.2026).

3. Shell accelerates strategy to deliver more value with less emissions. *Shell Global: веб-сайт*. URL: https://www.shell.com/news-and-insights/newsroom/news-and-media-releases/2025/shell-accelerates-strategy-to-deliver-more-value-with-less-emissions.html (дата звернення 17.04.2026).

4. The Incredible Ways Shell Uses Artificial Intelligence To Help Transform The Oil And Gas Giant. *Bernard Marr & Co: веб-сайт*. URL: https://bernardmarr.com/the-incredible-ways-shell-uses-artificial-intelligence-to-help-transform-the-oil-and-gas-giant/ (дата звернення 17.04.2026).

5. New & Improved Shell Fuels. *Shell in India: веб-сайт*. URL: https://www.shell.in/fuels-oils-and-coolants/shell-fuels/new-and-improved-shell-fuels.html (дата звернення 17.04.2026).

6. Shell case study: Innovating for a clean energy future. *Drew: веб-сайт*. URL: https://blog.wearedrew.co/en/shell-case-study-innovating-for-a-clean-energy-future (дата звернення 17.04.2026).

7. Carbon capture and storage (CCS). *Shell Global: веб-сайт*. URL: https://www.shell.com/what-we-do/carbon-capture-and-storage.html#iframe=L3dlYmFwcHMvaG93LWNjcy13b3Jrcy9wcm9kLw (дата звернення 17.04.2026).

ІНСТИТУЦІОНАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ФАКТОР СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Сторчай Денис Дмитрович, група 051-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

У сучасних умовах глобалізації якість державного управління є одним із ключових факторів економічного розвитку країни. Ефективні інститути забезпечують стабільність економічної системи, сприяють інвестиційній привабливості та сталому зростанню.

Метою даної роботи є дослідження впливу показників ефективності державного управління (The Worldwide Governance Indicators,) на розвиток національної економіки України, Бангладеша та Німеччини.

Індекс Світового банку Worldwide Governance Indicators (індекс WGI) є провідною глобальною ініціативою щодо вимірювання управління. Вперше опубліковані в 1999 році, вони надають щорічні складені показники, що підсумовують шість вимірів управління:

- Голос та підзвітність (Voice and Accountability)
- Політична стабільність (Political Stability)
- Ефективність уряду (Government Effectiveness)
- Якість регулювання (Regulatory Quality)
- Верховенство права (Rule of Law)
- Контроль корупції (Control of Corruption) [1].

Індекс WGI спирається на дані про сприйняття з 35 міжнародних джерел, включаючи опитування домогосподарств, опитування фірм та експертні оцінки, щоб запропонувати порівнянну картину якості управління в понад 200 економіках з 1996 по 2024 рік. WGI надає два взаємодоповнюючі результати: оцінки управління, виражені в стандартній статистичній одиниці, та бали за абсолютною шкалою від 0 до 100. Ці показники формують комплексну оцінку інституційної якості держави [1].

Для дослідження було обрано 2 макроекономічні показники: ВВП на душу населення та інфляція споживчих цін за 10 років з 2014 по 2024. Дані були взяті з сайту Світового банку [2].

Для вияснення залежності й впливу складових індексу WGI на макроекономічні показники було обрано кореляційний метод.

Кореляційний аналіз дає змогу встановити наявність зв'язку між показниками. Він визначає силу та напрямок лінійного зв'язку за допомогою коефіцієнтів кореляції, де значення варіюють від -1 до +1.

Таблиця 1 – Результати кореляційного аналізу

Показник	Коефіцієнт кореляції		
	Бангладеша	України	Німеччини
ВВП на душу населення			
Голос та підзвітність	**-0,94**	0,37	0,47
Політична стабільність	0,18	**0,90**	-0,67

Ефективність уряду	0,26	-0,21	**-0,83**
Якість регулювання	-0,58	0,61	**-0,76**
Верховенство права	**-0,83**	-0,27	-0,67
Контроль корупції	-0,2	**0,88**	-0,05
Інфляція			
Голос та підзвітність	-0,63	-0,47	0,19
Політична стабільність	-0,25	-0,47	-0,47
Ефективність уряду	0,05	-0,40	-0,55
Якість регулювання	-0,63	-0,65	-0,51
Верховенство права	-0,16	-0,35	**-0,75**
Контроль корупції	-0,59	-0,42	-0,13

Примітка. 1. Складено автором за [1-3].

2. Напівжирним шрифтом виділено коефіцієнти з сильним зв'язком.

Як видно із таблиці 1 у Бангладеші спостерігаються досить нетипові зв’язки. Між показниками «Голос та підзвітність» та ВВП встановлено сильний обернений зв'язок -0,94, який вказує на те, що із зростанням ВВП показник підзвітності влади знижується. Отже, економіка зростала при обмеженні політичних свобод. Така сама ситуація спостерігається із зв’язком між показниками «Верховенство права» і ВВП, що свідчить про послаблення верховенства права на тлі зростання ВВП. Помірна сила зв’язку між складовими індексу WGI й інфляцією свідчить про незначний вплив якості інституціонального середовища на інфляцію. Щодо України, то там домінують сильні прямі зв’язки між складовими індексу WGI та ВВП, що підтверджує, що зростання якості інституціонального середовища тісно пов’язане зі зростанням економіки. Виключення складають показники «Ефективність уряду» та «Верховенство права» зі слабким зворотним зв’язком, що вказує на незбалансованість інституціональних реформ. Досить цікава ситуація спостерігається у Німеччині, де більшість компонентів індексу WGI має сильний обернений зв'язок з ВВП. Це пояснюється тим, що в країнах із розвиненою економікою подальше зростання ВВП слабко пов’язане з покращенням і без того достатньо якісного інституціонального середовища. Щодо сильного оберненого зв’язку між показником «Верховенство права» й інфляцією, то це пов’язано з традиційним жорстким інституціональним контролем над нею у Німеччині.

Таким чином, між індексом WGI та ВВП існує тісний зв'язок, а отже, інституціональне середовище має вплив на рівень економічного розвитку, але його сила істотно відрізняється залежно від держави. Щодо інфляції, то тут спостерігається тенденція до зниження з поліпшенням функціонування інституціонального середовища.

Перелік посилань

1. Worldwide Governance Indicators. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators (дата звернення: 30.03.2026)

2. World Bank Open Data. Data. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://data.worldbank.org/ (дата звернення: 30.03.2026)

ІНСТИТУЦІОНАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ НА ПРИКЛАДІ АВСТРІЇ, УКРАЇНИ ТА ФІЛІППІН

НТУ «Дніпровська політехніка»

Терпак Марія Костянтинівна, група 292-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

У сучасній світовій економіці рівень розвитку країни визначається не лише наявністю природних ресурсів, географічним положенням чи обсягом виробництва, але й якістю інституціонального середовища. Саме ефективність державного управління, рівень верховенства права, політична стабільність, контроль корупції та якість регулювання значною мірою впливають на умови функціонування національної економіки та її результати.

Дослідження взаємозв'язку між інституціональним середовищем і макроекономічними показниками дає змогу глибше зрозуміти причини відмінностей у темпах розвитку країн, їхній економічній стійкості та здатності адаптуватися до внутрішніх і зовнішніх викликів.

Метою даної роботи є дослідження впливу інституціонального середовища на ефективність функціонування національної економіки на прикладі Австрії, України та Філіппін.

Для оцінки впливу обрано такі показники: ефективність державного управління (Індекс WGI), валовий внутрішній продукт (ВВП) та рівень інфляції. У таблиці 1 представлено статистичні данні за обраними показниками для Філіппін, Австрії та України за період 2015–2024 рр.

Аналіз цих показників дозволить оцінити економічну динаміку країн та визначити їх взаємозв'язок із якістю державного управління.

Таблиця 1 − Інституціональні та макроекономічні показники Філіппін, Австрії та України за 2015–2024 рр.

Країна	Рік									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Індекс WGI										
Філіппіни	51,4	49,32	48,80	48,81	49,04	49,16	48,10	48,43	49,40	49,47
Австрія	82,08	81,86	81,90	82,20	82,51	82,91	81,33	80,28	79,84	78,77
Україна	41,02	42,29	43,31	44,50	46,64	46,68	46,50	45,00	46,36	47,01
ВВП, млрд дол. США										
Філіппіни	306,45	318,63	328,48	346,84	376,82	361,75	394,09	404,35	437,06	461,62
Австрія	379,55	393,69	414,93	452,58	442,98	434,40	480,47	473,22	516,67	534,79
Україна	91,03	93,25	95,45	98,78	101,94	98,12	101,5	72,31	76,31	78,54
Інфляція (CPI), %										
Філіппіни	0,67	1,25	2,85	5,31	2,39	2,39	3,93	5,82	5,98	3,21
Австрія	0,90	0,89	2,08	2,00	1,53	1,38	2,77	8,55	7,81	2,94
Україна	48,70	13,91	14,44	10,95	7,89	2,73	9,36	20,18	12,85	6,50

Примітка. Складено та розраховано автором за даними [1, 2]

Для оцінки впливу інституціонального середовища на економічний розвиток країни нами проведено кореляційно-регресійний аналіз на основі даних, що представлено в табл.1. З певними припущеннями, вважаємо, що між показниками Індекс WGI і ВВП, Інфляція існує лінійна залежність, тому нами використано ліній ну модель рівняння регресії.

Лінійна модель має стандартну форму:

$y = \alpha + \beta x$, (1)

де x – індекс WGI;

y – обсяг ВВП або рівень інфляції CPI;

β – коефіцієнт регресії, який інтерпретується як середня абсолютна зміна показника y при зростанні індексу WGI на одну одиницю.

R^2 – коефіцієнт детермінації, що вказує на частку варіації залежної змінної y, яка безпосередньо пояснюється побудованою моделлю.

Результати розрахунку параметрів рівняння, що описують зв'язок між індексом WGI та ВВП, представлені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Параметри регресійного рівняння для оцінки зв’язку між індексом WGI та ВВП

Країна	α	β	R^2	r
Філіппіни	1312,2	-19,08	0,1098	-0,33
Австрія	2918	-30,303	0,6338	-0,80
Україна	110,08	-0,4308	0,0068	-0,08

Примітка. Складено та розраховано автором за даними [1, 2]

Із табл. 2 видно, що для Філіппін зв’язок між WGI та ВВП є слабким оберненим r = -0,33. Низький рівень коефіцієнта детермінації (R^2 = 0,1098), означає, що ВВП зростав незалежно від незначних коливань WGI, що можна пояснити впливом внутрішнього попиту та демографічних факторів. Далі розглянемо WGI та ВВП Австрії. В цьому випадку спостерігається обернений зв’язок, що підтверджується коефіцієнтом кореляції r = -0,80 (R^2 = 0,6338), що свідчить про сильний зв’язок. Це означає, що у досліджуваний період при незначному зниженні WGI ВВП загалом зростав. Проаналізувавши зв’язок між WGI та ВВП України, можна зробити висновок, що він є дуже слабким (r = -0,08, R^2 = 0,0068), тобто фактично відсутній. Це означає, що зміни ВВП у цей період майже не залежать від змін якості державного управління і більше визначаються зовнішніми та кризовими факторами.

Результати розрахунку параметрів рівняння, що описують зв'язок між індексом WGI та інфляцією, представлено у таблиці 3.

Таблиця 3 – Параметри регресійного рівняння для оцінки зв’язку між індексом WGI й інфляцією

Країна	α	β	R^2	r
Філіппіни	62,683	-1,2055	0,3344	-0,58
Австрія	113,41	-1,3559	0,4152	-0,64
Україна	227,74	-4,7404	0,6018	-0,78

Примітка. Складено та розраховано автором за даними [1, 2]

Як видно із табл. 3, для Філіппін між індексом WGI та інфляцією спостерігається обернений зв'язок середньої сили r = -0,58. Це свідчить про те, що зростання ефективності державного управління частково сприяє стримуванню інфляції, хоча на зовнішні чинники припадає 66,56% впливу. Майже такі ж тенденції спостерігаються й для Австрії. Між індексом WGI та інфляцією існує обернений зв'язок середньої сили r = -0,64. Це вказує на тенденцію зростання інфляції при зниженні якості державного управління, що особливо проявилось у 2022–2023 роках під впливом зовнішніх економічних шоків. Натомість для України між індексом WGI та інфляцією спостерігається сильний обернений зв'язок r = -0,78. R^2 = 0,6018. Це свідчить про те, що покращення державного управління супроводжується зниженням інфляції, на вплив зовнішніх чинників припадає 39,82%. Водночас значні відхилення у 2015 та 2022 роках пов'язані з макроекономічними кризами.

Загалом аналіз показав, що ефективність державного управління по-різному впливає на економічні показники. Зв'язок між індексом WGI та ВВП виявився слабким або нестабільним, тому що на ВВП більше впливають інші фактори: кризи, зовнішня ситуація, попит та структура економіки. Натомість між індексом WGI та інфляцією простежується більш зрозумілий зв'язок. Коли управління ефективніше, економіка працює більш стабільно, і ціни зростають менш різко. Це пов'язано з кращим контролем економічних процесів і більш передбачуваною політикою держави.

Отже, аналіз показав, що ефективність державного управління має більш прямий вплив на макроекономічну стабільність, зокрема рівень інфляції. У країнах із кращим інституціональним середовищем економіка є більш передбачуваною та стійкою до криз.

Таким чином, можна зробити висновок, що ефективність державного управління є важливою, але не єдиною складовою економічного розвитку, проте саме вона відіграє ключову роль у забезпеченні стабільності економіки.

Перелік посилань

1. Worldwide Governance Indicators. *World Bank Group*: офіц. веб-сайт: URL: https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators (дата звернення: 30.03.2026)

2. World Bank Open Data. Data. *World Bank Group*: офіц. веб-сайт: URL: https://data.worldbank.org/ (дата звернення: 30.03.2026)

3. SSDSI. Лінейна регресія. *Six Sigma Development Solutions*: веб-сайт: URL: https://sixsigmadsi.com/glossary/simple-linear-regression/ (дата звернення: 30.03.2026)

ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЗМІЦНЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Тонконога Ксенія Денисівна, група 292-22з-1
Науковий керівник: д.е.н., професор Смєсова Вікторія Леонідівна

Сучасний етап розвитку світової економіки характеризується високим рівнем нестабільності, що зумовлений впливом процесів глобалізації та регіоналізації, загостренням геополітичних суперечностей, переорієнтацією політики багатьох країн світу на захист національних економічних інтересів та порушенням функціонування глобальних ланцюгів створення доданої вартості. У цих умовах питання забезпечення економічної та національної безпеки набуває системного характеру та стає стратегічним пріоритетом економічної політики країн.

Зростання невизначеності у міжнародному середовищі, обмеження доступу до ресурсів, технологій і ринків, а також підвищення ризиків фінансових і торговельних шоків обумовлюють необхідність трансформації традиційних підходів до державного регулювання. У цьому контексті політика імпортозаміщення набуває нового змісту, трансформуючись із інструмента короткострокового регулювання зовнішньої торгівлі у стратегічний механізм забезпечення економічної стійкості та суверенітету держави .

Економічна безпека країн у сучасному науковому дискурсі трактується як інтегральна характеристика здатності економічної системи до стабільного функціонування, саморозвитку та протидії внутрішнім і зовнішнім загрозам. Вона охоплює виробничу, фінансову, енергетичну, технологічну та соціальну складові, які у сукупності формують основні засади економічної незалежності держави [1].

У цьому контексті політика імпортозаміщення виступає одним із основних інструментів забезпечення економічної безпеки, оскільки вона спрямована на зниження залежності країн від імпорту та формування власних виробничих і технологічних спроможностей. Її реалізація забезпечує збереження економічної автономії держави, підвищення стійкості до зовнішніх шоків, адаптивності економічної системи до геоекономічної нестабільності.

Вплив імпортозаміщення на економічну безпеку країни реалізується через низку взаємопов’язаних механізмів:

- зниження зовнішньоекономічної вразливості шляхом скорочення залежності від імпорту стратегічних ресурсів;
- забезпечення безперервності виробничих процесів через розвиток внутрішніх ланцюгів постачання;
- стабілізація внутрішнього ринку за рахунок зменшення впливу зовнішніх факторів;
- зміцнення фінансової системи через покращення торговельного балансу;

- розвиток стратегічних галузей, що формують основу національної безпеки [2].

Політика імпортозаміщення виконує ряд функцій, серед яких ключовими є захисна, стабілізаційна, стимулююча, інноваційна та соціально-економічна, що забезпечують її системний вплив на розвиток економіки (таблиця 1).

Таблиця 1 – Вплив імпортозаміщення на складові економічної безпеки

Складова економічної безпеки	Характер впливу	Очікуваний результат
Виробнича безпека	розвиток внутрішнього виробництва	зростання обсягів виробництва
Фінансова безпека	скорочення імпортних витрат	стабілізація платіжного балансу
Енергетична безпека	зменшення імпортозалежності	підвищення енергетичної автономії
Технологічна безпека	розвиток інновацій	технологічна незалежність
Соціальна безпека	створення робочих місць	зростання зайнятості

Примітка. Складено за даними [1; 3].

Особливе значення політика імпортозаміщення набуває у стратегічно важливих секторах національної економіки, до яких належать енергетика, оборонно-промисловий комплекс, агропромисловість, фармацевтична галузь та високотехнологічне виробництво. Саме ці сфери створюють основу для економічного суверенітету держави, оскільки забезпечують задоволення основних потреб суспільства, підтримують нормальне функціонування економічних процесів у країнах світу, формують основу для здатності країни самостійно розвиватися в умовах зовнішніх обмежень.

Зокрема, імпортозаміщення в енергетиці сприяє зниженню залежності від зовнішніх постачальників ресурсів та підвищенню енергетичної автономії, у оборонно-промисловому комплексі формує основу військово-технічної незалежності, в агропромисловому секторі забезпечує продовольчу безпеку, у фармацевтичній галузі гарантує доступність критично необхідних лікарських засобів, у високотехнологічній сфері визначає рівень технологічного суверенітету та інноваційного розвитку.

Імпортозаміщення у стратегічних секторах виступає не лише інструментом економічної політики, а й системним чинником зміцнення економічної безпеки, оскільки забезпечує зниження ресурсної залежності, підвищення стійкості економіки та її здатності ефективно протидіяти зовнішнім шокам. Взаємозв’язок між розвитком внутрішнього виробництва, зниженням зовнішніх ризиків та формуванням економічної стійкості країни демонструє механізм впливу політики імпортозаміщення на економічну безпеку держави (рисунок 1).

Водночас політика імпортозаміщення має амбівалентний характер. Поряд із позитивними ефектами її реалізація може супроводжується рядом ефектів зі знаком «–», які можуть знижувати її ефективність. До основних із них належать: зниження конкуренції та формування монопольних структур; неефектив-

не використання ресурсів; зростання внутрішніх цін; технологічне відставання; корупційні ризики та інституційні дисфункції.

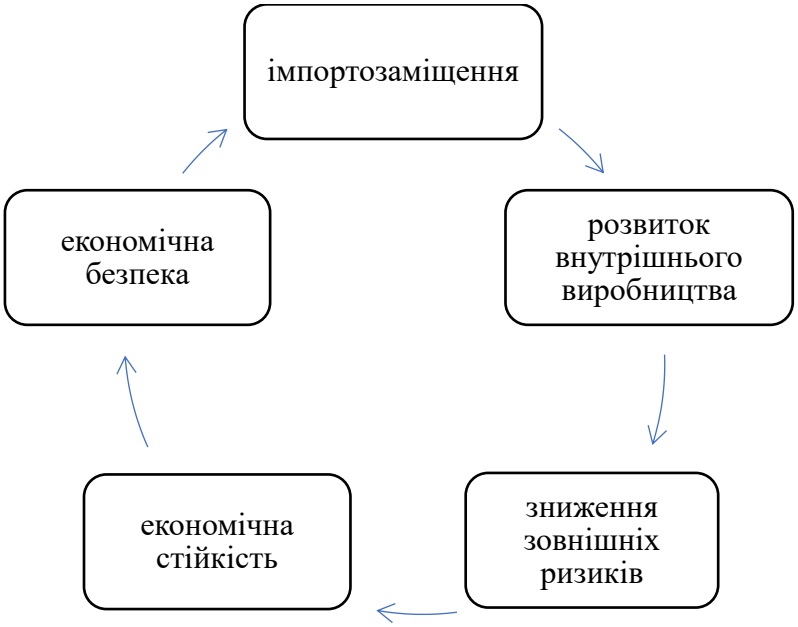


Рисунок 1 – Механізм впливу імпортозаміщення на економічну безпеку країни

Примітка. Складено за даними [1].

Таким чином, політика імпортозаміщення є інструментом державного регулювання, який відіграє важливу роль у забезпеченні економічної безпеки країн світу. Її ефективність визначається здатністю поєднувати заходи захисту внутрішнього ринку з одночасним впровадженням інновацій, розвитком конкуренції та інтеграції у світову економіку. У сучасних умовах імпортозаміщення має розглядатися не як обрана країною стратегія розвитку, а як складова економічної політики держави, спрямована на формування стійкої, конкурентоспроможної і технологічно незалежної економіки, а також як основу її безпеки.

Перелік посилань

1. Пташенко О. В. Національна безпека: соціальний та економічний аспекти, цифровізація. *Бізнес Інформ*. 2023. № 12. С. 11—17. URL: http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001488304

2. Імперативи розвитку міжнародних економічних відносин в умовах глобальних викликів: колективна монографія / кол. авт.; за ред. О. А. Довгаль. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2022. 528 с. URL: https:// international-relations-tourism.karazin.ua/themes/irtb/resources/6a9f33a07ff9a208743ba17bc6709d07.

3. Скрипник Н.Є., Синяговська А.О. Імплементація стратегії імпортозаміщення в сучасних реаліях геоекономічної нестабільності. *Інфраструктура ринку*. 2022. №66. С. 35–39. DOI: https://doi.org/10.32843/infrastruct66-6

ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ ТОВ «ПРАЙМ СНЕК» НА РИНКУ СНЕКІВ НІМЕЧЧИНИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Федоров Артем Олександрович, група 292-23-1
***Науковий керівник:* д.е.н., професор Литвиненко Наталія Іванівна**

Вихід компанії ТОВ «ПРАЙМ СНЕК», яка виробляє сирні снеки під торговельною маркою ТМ snEco на міжнародні ринки, – це не просто крок до розширення географії продажів, а стратегічний рубіж, що визначає її подальшу траєкторію розвитку. Саме тому вибір Німеччини як наступного напрямку експорту видається цілком закономірним: країна – серце Європейського Союзу, найбільша його економіка, що поєднує стабільність, купівельну спроможність та інноваційність споживача. Зазначимо, що структура ринку снеків Німеччини складна й багатошарова: домінування потужних внутрішніх брендів створює щільне конкурентне поле, де кожен сантиметр полички в супермаркеті виборюється роками довіри. До цього додається лабіринт європейських нормативів – сертифікацій, регламентів, стандартів безпеки, що вимагають від ТОВ «ПРАЙМ СНЕК» бездоганного дотримання процедур. Навіть найменші зміни у митних або торговельних правилах ЄС можуть вплинути на темпи інтеграції компанії.

Метою цієї роботи є аналіз ключових аспектів, які пов’язані із виходом на ринок снеків Німеччини, можливостей та бар’єрів.

Нами проведено аналіз мікросередовища компанії за допомогою інструменту стратегічного аналізу – SWOT-аналіз. Розглянемо сильні та слабкі сторони, які є у ТОВ «ПРАЙМ СНЕК», щоб остаточно зрозуміти, чи зможе ця компанія вийти на новий для себе ринок снеків Німеччини. У таблиці 1 представлено результати SWOT-аналізу.

Таблиця 1 – SWOT-аналіз ТОВ «ПРАЙМ СНЕК»

Сильні сторони (S)	+/-	Слабкі сторони (W)	+/-
1. Унікальна технологія	+	1. Обмежена впізнаваність бренду snEco	-
2. Тривалий термін придатності без охолодження	+	2. Відносно висока ціна/собівартість продукту	-
3. Підтверджена якість та наявність сертифікації ЄС	+	3. Ризики ланцюга постачання сировини	-
Можливості (O)	+/-	Загрози (T)	+/-
1. Можливість використання переваги "Shelf-Stability" для оптимізації B2B-логістики	+	1. Жорстка конкуренція у мас-маркеті від великих внутрішніх гравців	-
2. Підтримка європейських програм для розвитку малого бізнесу та сталого виробництва.	+	2. Можливі зміни у торговельному та митному законодавстві ЄС.	-
3. Можливість виходу у великі торгові мережі (Aldi, Lidl, Rewe)	+	3. Ризик негативного сприйняття нових брендів споживачами, які віддають перевагу місцевим виробникам.	-

Примітка.Складено за даними [1-9].

За таблицею 1 можна сказати, що у компанії є сильні сторони, такі як унікальна технологія, тривалий термін збереження снеків, сертифікати, що підтверджують якість їхнього продукту. Також існують різні можливості, які допоможуть у просуванні компанії, наприклад, підтримка європейських програм для розвитку малого бізнесу та сталого виробництва. Але треба бути готовим і до жорстокої конкуренції та можливих змін у торговельному та митному законодавстві ЄС, які можуть сильно завадити розвитку бізнесу на новому ринку.

Ґрунтуючись на результатах нашого дослідження, можна сказати, що компанія має сконцентрувати свої зусилля на максимізації унікальних переваг, водночас мінімізуючи ризики.

У середовищі, де споживач стає дедалі вибагливішим, продукт, створений за технологіями NASA варто подати як результат інженерної точності, що поєднує науку й гастрономічну естетику. Ціна має бути преміальною, проте виправданою якістю, високим вмістом білка та відсутністю штучних домішок. Також треба забезпечити патентний захист, щоб створити бар'єр для імітацій і закріпити позиції бренду в довгостроковій перспективі.

Наступним кроком необхідно сформувати лояльну аудиторію, сфокусувавшись на нішевих каналах збуту: магазини здорового харчування, кето та діабетичні мережі, бутики функціональних продуктів.

Продукція SnEco не потребує холодового ланцюга. Це колосальна перевага для B2B-партнерів: менше витрат, менше ризиків псування, більше гнучкості у дистрибуції.

Німеччина – країна регіональних відмінностей, де Баварія відрізняється від Північного Рейну не менше, ніж Берлін від Гамбурга. SnEco варто адаптувати маркетингові кампанії під локальний контекст: у південних регіонах – підкреслювати натуральність і локальні традиції харчування, на півночі – технологічність і функціональність продукту.

Постійне тестування нових смаків, фокус-групи, робота з відгуками – один з ключів до адаптації. Якщо певний смак не сподобається споживачам, не треба зволікати.

У висновку можна сказати, що компанія SnEco має високі шанси на успішний вихід на ринок Німеччини, оскільки її ключові переваги ідеально відповідають основним ринковим тенденціям. Ключовою конкурентною перевагою є унікальна, запатентована технологія виробництва, яка забезпечує тривалий термін придатності без охолодження. Ця логістична перевага значно знижує витрати на B2B-логістику та робить ТОВ «ПРАЙМ СНЕК» привабливим партнером для великих торгових мереж, таких як Aldi, Lidl та Rewe. Досвід компанії на ринку Швеції також сприятиме легшій адаптації до регуляторних та політичних вимог ринку Німеччини.

Однак, для реалізації цього потенціалу компанія має врахувати існуючі ризики. Основні слабкі сторони, такі як обмежена впізнаваність бренду та відносно висока ціна продукту, а також зовнішня жорстка конкуренція з боку великих місцевих гравців мас-маркету.

Перелік посилань

1. *SnEco*: веб-сайт. URL: https://sneco.ua/ (дата звернення: 21.10.2025).

2. Інноваційний тріумф snEco: від сирного перекусу до глобального визнання. *Дія бізнес*: офіц. веб-сайт. URL: https://business.diia.gov.ua/history-of-success/innovatsiinyi-triumf-sneco-vid-syrnoho-perekusu-do-hlobalnoho-vyznannia (дата звернення: 21.10.2025).

3. *EU Updates Import Quotas for Ukrainian Products*: веб-сайт. URL: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=EU%20Updates%20Import%20Quotas%20for%20Ukrainian%20Products_Kyiv_Ukraine_UP2025-0022 (дата звернення: 21.10.2025).

4. Online grocery delivery in flux - an update on the state of eGrocery. *Strategy&*: веб-сайт. URL: https://www.strategyand.pwc.com/de/en/industries/consumer-markets/the-state-of-the-egrocery-market.html (дата звернення: 21.10.2025).

5. Comprehensive Guide to German Market Entry in Ecommerce. *WAPI*: веб-сайт. URL: https://wapi.com/german-market-entry/ (дата звернення: 22.10.2025).

6. EU-Ukraine Deep and Comprehensive Free Trade Area. Access2Markets. *Commission Europa*: веб-сайт. URL: https://trade.ec.europa.eu/access-to-markets/es/content/eu-ukraine-deep-and-comprehensive-free-trade-area (дата звернення: 22.10.2025).

7. Food Trends in Germany: Consumer Insights and Preferences. *INNOVA MARKET INSIGHTS*: веб-сайт. URL: https://www.innovamarketinsights.com/trends/food-trends-in-germany/ (дата звернення: 22.10.2025).

8. SnEco story 2024. *Посольство України в Республіці Польща*: веб-сайт. URL: https://poland.mfa.gov.ua/storage/app/sites/61/sneco-2024-story-04.pdf (дата звернення: 22.10.2025).

9. Germany Cheese Market Projected to Reach USD 34.23 Billion by 2034, Driven by 7.0% CAGR (2025-2034) and Rising Investments & Collaborations. *OpenRR*: веб-сайт: URL: https://www.openpr.com/news/3895176/germany-cheese-market-projected-to-reach-usd-34-23-billion (дата звернення: 22.10.2025).

ІННОВАЦІЙНА СТРАТЕГІЯ BOEING ЯК ВІДПОВІДЬ НА КОНКУРЕНТНІ ВИКЛИКИ З БОКУ AIRBUS

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фоменко Єлизавета Олександрівна, група 292-24-1
***Науковий керівник*: д.е.н, проф. Пилипенко Ганна Миколаївна**

Сучасні умови соціально-економічного розвитку характеризуються розгортанням четвертої промислової революції, яка отримала назву Індустрії 4.0. Як зазначав німецький економіст К. Шваб, який створив цю концепцію, «з багатьох різноманітних і захоплюючих викликів, з якими ми стикаємося сьогодні, найбільш інтенсивним і важливим є те, як зрозуміти та сформувати нову технологічну революцію, яка передбачає не що інше, як трансформацію людства. Ми знаходимося на початку революції, яка фундаментально змінює те, як ми живемо, працюємо та ставимося один до одного. За своїм масштабом, розмахом і складністю те, що я вважаю четвертою промисловою революцією, не схоже ні на що, що переживало людство раніше. Нам ще належить повністю зрозуміти швидкість і масштаби цієї нової революції» [1]. Однак вже сьогодні вона суттєво змінює і загострює конкурентну боротьбу, наділяючи інновації драйвером глобальної конкурентоспроможності.

Ринок великої комерційної авіації є одним із найтехнологічніших у глобальній економіці. Аналіз показників концентрації свідчить, що сектор діє в умовах жорсткої дуополії, де Boeing (41,1%) і Airbus (58,9%) повністю контролюють галузь [2]. У таких умовах інновація втрачає роль конкурентної переваги, натомість стаючи критично необхідним засобом утримання ринкових позицій. Будь-яке технологічне відставання тут прямо трансформується у втрату замовлень.

Яскравим прикладом успішної інновації став Boeing 787 Dreamliner. Завдяки використанню композитних матеріалів, які складають 50% конструкції, вдалося зменшити витрати палива на 20–25%, що забезпечило домінування в ніші середньо-далекомагістральних маршрутів та створило вагому альтернативу Airbus A380. Це підтверджує теорію Йозефа Шумпетера: великі компанії в умовах олігополії можуть акумулювати значні ресурси для здійснення радикальних технологічних проривів.

Однак протилежний сценарій яскраво продемонструвала криза з Boeing 737 MAX. У прагненні швидко конкурувати з Airbus A320neo компанія ввела систему MCAS без належного тестування. Це призвело до двох трагічних аварій, припинення поставок літаків на два роки та фінансових втрат на суму понад $20 мільярдів. Таким чином, приклад показав, як сильний конкурентний тиск у дуополії може спотворювати управління ризиками інновацій.

Засвоївши ці уроки, Boeing розвиває стратегію багатоаспектного технологічного лідерства. У цивільному авіабудуванні основним проектом є X-66, розроблений у партнерстві з NASA: концепція надтонкого крила з підкосами (Transonic Truss-Braced Wing) обіцяє зниження витрат палива на 30%. Паралельно на літаках 777X впроваджуються складні композитні закінцівки крил для

покращення аеродинамічної ефективності без потреби в адаптації інфраструктури аеропортів [3].

У сфері автономного транспорту компанія працює над Wisk Aero Gen 6 – першим безпілотним електричним таксі (eVTOL), керованим штучним інтелектом [4]. На додаток до цього Boeing отримав статус головного розробника програми NGAD: літак шостого покоління F-47, створений за допомогою технології цифрових двійників, поєднує традиційний пілотований політ із роботою автономних дронів, зміцнюючи позиції компанії в оборонній галузі. Також виробничі процеси Boeing трансформуються за принципом Smart Factory, що базується на доповненій реальності та предикативній аналітиці, які мінімізують помилки у складанні [5].

Таким чином, інноваційна стратегія Boeing прямо відображає специфіку роботи в умовах ринкової дуополії. Компанія змушена ретельно балансувати між швидкістю впровадження нововведень і забезпеченням їхньої якості. Трансформація Boeing – від кризи 737 MAX до амбітного проекту F-47 – є наочним прикладом того, як структура ринку впливає на інноваційний розвиток компаній і формує напрями еволюції глобального авіабудування на майбутні десятиліття.

Перелік посилань

1. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. Cologny. Geneva Switzerland: World Economic Forum REF: 231215, 172. URL: https://law.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf (дата звернення 24.01.2026).

2. Boeing’s competitors? *The Seattle Times: веб-сайт.* URL: https://www.seattletimes.com/business/boeing-aerospace/boeing-beats-airbus-on-orders-still-behind-on-production/ (дата звернення 21.01.2026).

3. Boeing’s innovative solutions? *NASA (gov.): веб-сайт.* URL: https://www.nasa.gov/aeronautics/nasa-boeing-new-thin-wing-aircraft/ (дата звернення 24.01.2026).

4. Boeing’s innovative solutions? *Wisk Aero: веб-сайт.* URL: https://wisk.aero/newsroom/wisk-aero-secures-450-million-from-boeing (дата звернення 24.01.2026).

5. Boeing’s innovative solutions? *The War Zone: веб-сайт.* URL: https://www.twz.com/air/first-f-47-6th-generation-fighter-now-being-built (дата звернення 24.01.2026).

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ НА ПРИКЛАДІ VOLKSWAGEN AG

НТУ «Дніпровська політехніка»

Фролова Марія Максимівна, група 292-24-1
***Науковий керівник:* д. е. н., проф. Пилипенко Юрій Іванович**

Сучасні ринки перебувають у стані постійної трансформації під впливом глобалізації, технологічного розвитку та змін у споживчій поведінці. Одним із найбільш динамічних ринків є автомобільний, оскільки він поєднує в собі інновації, високий рівень конкуренції та значну залежність від макроекономічних факторів. У цих умовах важливим з теоретичної та практичної точки зору є аналіз поведінки великих компаній, механізмів їх адаптації до змін та збереження своїх позицій на ринку в умовах посилення конкуренції та переходу до нових технологій.

Світовий автомобільний ринок характеризується складною структурою та багатофакторністю функціонування, оскільки на нього впливають економічні, технологічні та соціальні чинники. Його особливістю є високий рівень конкуренції між обмеженою кількістю великих виробників, що зумовлює олігополістичний характер ринку, а також значні бар'єри входу, пов'язані з потребою у великих інвестиціях та технологічних ресурсах. Водночас ринок є чутливим до змін макроекономічної ситуації, рівня доходів населення та державного регулювання, зокрема екологічних стандартів. Важливою рисою є також тісний взаємозв'язок різних факторів впливу, що формує складну та взаємопов'язану систему функціонування автомобільної галузі [1].

Серед провідних учасників автомобільного ринку важливу роль відіграє концерн Volkswagen AG. Він є один із найбільших за обсягами продажів у світі, має свої заводи у 15 країнах світу, випускає продукцію під п'ятьма торговими марками Volkswagen, Audi, Skoda, SEAT. З 1998 року концерну належить марка Rolls-Royce. Окрім легкових автомобілів, компанія також здійснює випуск вантажівок і мікроавтобусів. До складу концерну Volkswagen Group входять Volkswagen AG, Audi AG, SEAT S.A., Škoda Auto a.s., а також Volkswagen Sachsen GmbH [2].

Ключовими факторами, завдяки яким компанія увійшла в перелік найпотужніших підприємств світу, є:

– Volkswagen AG бере на себе соціальну відповідальність та відкрито визнає складні сторінки власної історії. Нове керівництво не ігнорувало минуле компанії, а дистанціювалося від нацистської ідеології, формуючи імідж бренду, пов'язаного з такими цінностями як толерантність, мир та повага. Це допомогло створити позитивне сприйняття компанії та повернути довіру суспільства.

– Стратегією компанії є розширення через придбання відомих брендів. Volkswagen AG інвестував у популярні марки, зокрема отримав контроль над Audi та придбав Lamborghini, при цьому зберігаючи їхні оригінальні назви для кращого позиціонування на ринку. Компанія також враховувала нові потре-

би споживачів, розвиваючи екологічний напрям і виробляючи електромобілі, що допомогло відновити репутацію після скандалів.

– Volkswagen Group активно інвестує в новітні технології та дослідження. Наприклад, у використання квантових комп'ютерів і співпрацю з технологічними компаніями. Орієнтація на інновації, сталий розвиток та постійне оновлення продуктів дозволила Volkswagen AG зміцнити конкурентні позиції й стати одним із провідних автовиробників світу [3].

Необхідно зауважити, що в своїй діяльності компанія широко застосовує різноманітні інноваційні рішення. По-перше, компанія активно інвестує в дослідження хімії елементів живлення, масштабоване використання стандартизованих батарей та власне виробництво акумуляторів. По-друге, Volkswagen Group розвиває автономне водіння, відкриваючи нові можливості мобільності для більшої кількості людей. Інноваційні системи допомоги водієві вже підвищують рівень безпеки та комфорту. По-третє, компанія активно впроваджує технології, пов'язані з використанням штучного інтелекту, адже цифровізація є одним із головних пріоритетів Volkswagen AG. Штучний інтелект забезпечує вищу швидкість, якість і конкурентоспроможність – від етапу розробки до виробництва автомобілів. У кожному процесі аналізується, як ШІ може підвищити ефективність і покращити кінцевий продукт [4].

Перелік посилань:

1. Світовий ринок легкових автомобілів: особливості та тенденції розвитку. *Acta Academiae Beregsasiensis. Economics*: *веб-сайт.* URL: https://aab-economics.kmf.uz.ua/aabe/article/view/137/101 (дата звернення: 16.04.2026).

2. Створення бренду Volkswagen AG. Історія та легенда бренду. Фольксваген АГ. *Logo Master: веб-сайт*. URL: https://logomaster.com.ua/index_uk.php?p=4147 (дата звернення: 16.04.2026).

3. Strategy Study: The Volkswagen Growth Study. *Strategy Software for Planning & Execution | Cascade Strategy: website*. URL: https://www.cascade.app/studies/volkswagen-strategy-study#Why-Is-Volkswagen-So-Successful-- (дата звернення: 16.04.2026).

4. Home. *Volkswagen Group: веб-сайт.* URL: https://www.volkswagen-group.com/en/volkswagen-group-sites-17481 (дата звернення: 16.04.2026).

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Чубукова Ксенія Сергіївна, група 292-22-1
***Науковий керівник*: д.е.н., проф. Смесова Вікторія Леонідівна**

Світова автомобільна індустрія розглядається як одна з пріоритетних та важливих галузей з точки зору світового економічного прогресу, що генерує значну частину глобального ВВП та визначається як одна з найбільш потужних в більшості регіонів. Наприклад, в Європі, Північній Америці, Азії, тощо, у провідних автомобілебудівних державах на кшталт Німеччини, Сполучених Штатів Америки, Японії, Китаю та інших [1]. Так, актуальність проблематики розвитку автомобілебудівної галузі зумовлена її стрімкою трансформацією під впливом технологічного прогресу, геополітичних та геоекономічних викликів, глобалізації та інтеграційних процесів у світі, що в сукупності формують безперервний еволюційний процес функціонування авторинку в світовому господарстві. Зокрема, за підсумковими даними минулого 2025 року, глобальна автомобільна промисловість за результатами свого функціонування сформувала 4,6 трлн. дол. США доданої вартості, забезпечивши ринок легковими і комерційними транспортними засобами, запчастинами і комплектуючими та відповідними автомобільними послугами [2].

Для більшого відображення масштабів функціональності світової автомобільної промисловості, пропонується порівняти динаміку виробництва автотранспорту за основними регіонами світу в період 2021-2025 років.

Інформація щодо цього подана нижче в таблиці 1 [3].

Таблиця 1 – Динаміка виробництва автомобілів за регіонами, од. [3]

Регіон	2021	2022	2023	2024	2025
Європа	13362109	13316033	15086144	14419136	14377017
Південна Америка	9450670	10401318	11721656	11335523	11238689
Північна Америка	1949131	2134324	2130921	2163809	2232041
Азія	36817772	40923334	45063680	45681519	48870175
Близький Схід / Африка	1616566	1823048	1837722	1894249	1944004
Світ	63196248	68598057	75840121	75494236	78661926

Як видно з табл. 1, за період, що досліджується, обсяги світового випуску автомобілів зросли на 4,2% до 78,7 мільйона одиниць, порівнюючи зі статистичними даними 2024 року. При цьому сформувалася чітка тенденція до суттєвого домінування азійського регіону на рівні світової економіки. Так, на цей макрорегіон наразі припадає 62,1% від загального обсягу виробництва автомобілів, тоді як європейський регіон формує лише 14,6% від сумарного обсягу ринку [3].

Слід зазначити, що європейське виробництво автомобілів залишалося відносно стабільним, проте, високі витрати на енергоносії та вплив тарифів пе-

решкоджали значному зростанню та досяганню максимальної ефективності у виробництві в динаміці. Натомість азійське виробництво (здебільшого, за рахунок Китаю) зросло на 10,4% завдяки сильній політичній підтримці та зростанню обсягів експорту [3].

Показник концентрації автомобільного ринку визначається як низький, що вказує на високу конкуренцію між виробниками автомобілів та велику кількість виробників однотипних товарних груп на рівні європейського макрорегіону. Розподіл найвпливовіших та найбільших автовиробників на ринку автомобілів продемонстровано на рис. 1 нижче [4].

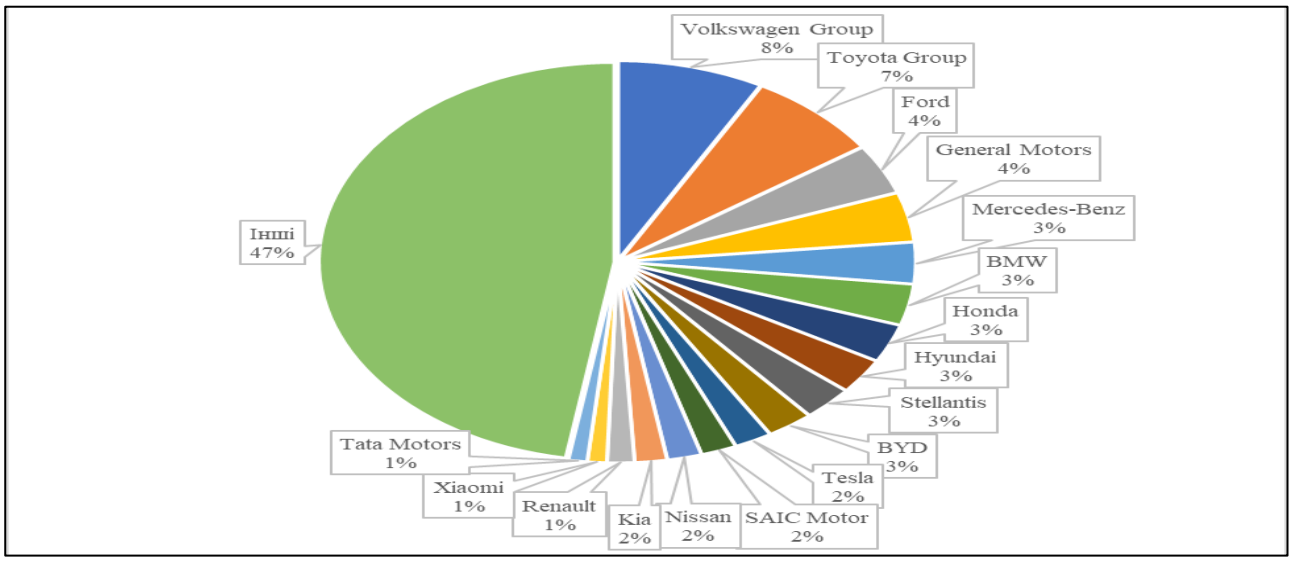


Рисунок 1 – Розподіл ринкових часток автомобілевиробників, 2025 р., % [4]

Як видно з рис. 1, що презентує стан ринку автомобілів у 2025 році, спостерігаються елементи диференційованого олігопольного ядра. Так, до вказаного типу ринку можна віднести перші чотири найбільші концерни, а саме, компанії «Volkswagen Group» (8% ринку), «Toyota Group» (7% охоплення), «Ford» (4% ринку), «General Motors» (4% охоплення). Ці виробники мають значну ринкову частку, технологічні переваги, відносний вплив на тенденції галузі, зокрема, електромобільність, автономність, ланцюги постачань тощо [4].

Поряд із виявленими тенденціями щодо збільшення обсягів виробництва автомобільними компаніями, також існують чинники, що стримують розвиток даного ринку. Так, основними проблемами в процесі функціонування автомобільної промисловості є: геополітичні та геоекономічні аспекти (фрагментація ринкового середовища; протекціонізм; впровадження торгівельних тарифів та мит, що зносять основні ланцюги постачання), залежність від китайського постачальника (з огляду на те, що більшість комплектуючих та запчастин походять з цього азійського регіону (забезпечення 70% ринку), створюючи пряму залежність для впливових автовиробників); нерівномірність розвитку середовища (же Китай є домінуючим в сегменті електрифікованих транспортних засобів, витісняючи інших світових автомобілевиробників із вказаної ланки ринку); зростаюча вартість на автомобільну продукцію та високі витрати на виробництво (з огляду на впровадження передових та інноваційних технологій, глобальні пока-

зники інфляції, що в сукупності поступово знижує обсяги продажів світових автобрендів), зміна споживчої поведінки (постійна зміна уподобань та потреб цільової аудиторії) та інші похідні проблеми, які заважають досяганню максимальної віддачі автомобільного ринку [5].

Відповідно для подолання вказаних стримуючих та обмежуючих факторів можна застосувати такі заходи щодо їх нівелювання: диверсифікація ланцюгів постачання комплектуючих та інших матеріалів (здебільшого, для того, щоб поступово знизити залежність від монопольного (китайського) виробника), посилення міжнародного співробітництва, що буде стимулювати притік стабільного фінансування та пом'якшення геополітичного тиску, орієнтація на потреби споживача (зміцнення фокусу на уподобання та відхід від одноплановового електрифікованого стратегічного курсу) і т.п. [5].

Отже, задля збереження позитивних тенденцій розвитку ринку автомобілів світовим автомобільним компаніям потрібно не просто впроваджувати інновації та сучасні технології у виробничі процеси, а й змінювати свою ринкову поведінку, що приймає зміни ринкового середовища, постійно розвиває свої бізнес-моделі, стратегії та операції у відповідь на нові тенденції розвитку світового господарства [5]. Підсумовуючи, слід зазначити, що особливості функціонування світового автомобільного ринку у сучасний період визначаються рядом тенденцій, наприклад, електрифікацією процесів, зміною світової кон'юнктури та геополітичних аспектів, що формує загальну потребу в балансі стійкості представників ринку та змін в рамках ринкового середовища. Реалізація запропонованих рекомендацій надасть можливість для певної «розгрузки» процесів, мінімізації ризиків в процесі функціонування та стимулювання розвитку автомобільної промисловості в глобальних умовах.

Перелік посилань

1. Nathalie Fabbe-Costes, Lucie Lechaptois. The Digital Supply Chain // Chapter 17 – Automotive supply chain digitalization: lessons and perspectives. 2022. P. 289-308. веб-сайт. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/social-sciences/automotive-industry ;

2. Global Automotive market and shifts in the industry (2025). M&A *Worldwide*: веб-сайт. URL: https://m-a-worldwide.com/global-automotive-market-and-shifts-in-the-industry/ ;

3. Economic and Market Report: Global and EU auto industry (FY 2025). *ACEA*: веб-сайт. URL: https://www.acea.auto/publication/economic-and-market-report-global-and-eu-auto-industry-full-year-2025/ ;

4. Top publicly traded automakers by revenue (2025). *CompaniesMarketCap*: веб-сайт. URL: https://companiesmarketcap.com/automakers/largest-automakers-by-revenue/ ;

5. Auto Industry 2025: Top Challenges for Future Growth. *Kestria*: веб-сайт. URL: https://kestria.com/insights/auto-industry-2025-top-5-challenges/ .

МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В УКРАЇНСЬКІЙ ЕКОНОМІЦІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шевченко Поліна Олександрівна, група 292-22-1
***Науковий керівник*: д.е.н., професор Смєсова Вікторія Леонідівна**

Україна є активною учасницею міжнародних міграційних процесів, починаючи з моменту її формування як незалежної держави. Переміщення українського населення в інші країни світу відбувалося з різних причин. У 1991-2013 рр. воно було переважно пов'язане з пошуком кращих умов для трудової діяльності та виїздом українських заробітчан, у тому числі висококваліфікованих фахівців в інші країни. У 2014-2015 рр. міграційна хвиля вже мала вимушений характер, що було викликане початком війни росії проти України, окупацією частини української території, соціальною напруженістю, політичними конфліктами, економічною кризою, що супроводжувала дані процеси.

Нова хвиля міграції з України до інших країн світу розгорнулася з лютого 2022 року, коли російська агресія охопила всі регіони України, і мільйони українців були вимушені переїжджати до інших країн з метою забезпечення безпеки для свого життя і здоров'я, а також захисту своїх дітей, пошуку нового житла та роботи, переміщення бізнесу тощо.

Найбільша кількість мігрантів з України була зафіксована у 2022-2023 рр., коли їх потоки сягнули 8,5 млн осіб відповідно. У 2024-2025 рр. чисельність мігрантів зменшилася, однак все ще залишалася на високому рівні відносно світової статистики – 5,7 млн осіб відповідно. З цих осіб більше 4 млн осіб виїхали в інші країни через західні території, а 1,3 млн мігрували до росії та білорусі [1].

Україна як країна походження міграції та приймаючі країни стикнулися з міграційною проблемою. Перша – опинилася в ситуації, за якої унаслідок міграції відбулася значна втрата робочої сили, дітей та молоді, які є потенційними зайнятими. За найгіршими прогнозами вже у 2050 році Україну очікує демографічна криза, унаслідок якої на території, що відповідає кордонам 1991 року чисельність населення становитиме не більше 20 млн осіб, з яких непрацездатних осіб, зокрема, осіб пенсійного віку буде від 10 до 12 мільйонів, а дітей до 18 років відповідно 4 мільйони осіб. Відповідно чисельність осіб, які будуть входити до складу робочої сили та працездатного населення буде налічуватися не більше 5 мільйонів [2].

З іншого боку, приймаючі країни з припливом мігрантів з України повинні були створити сприятливі умови для прийому українських біженців, оформити документи, надати їм притулок, забезпечити їх економічні і соціальні потреби, здійснювати консультативну, гуманітарну та медичну допомогу, надати можливості для вивчення мови, отримання освіти, роботи та підвищення кваліфікації, психологічної підтримки, юридичного та соціального обслуговування тощо.

Міграційна ситуація, що склалася на тлі війни в Україні, стала справжнім випробуванням як для українців, так і для країн, що надали їм притулок. Серед приймаючих країн найбільшу кількість українців прийняли Польща, Чехія, Німеччина, Канада, Нідерланди. Ці країни сформували системи захисту для тим-

часово переміщених осіб з України, створили систему інституцій, які опікуються допомогою українцям, впровадили спеціальні законодавчі норми для регулювання міграційних потоків з України.

УВКБ ООН назвало ситуацію з українською міграцією надзвичайною та найбільш масштабною за період після другої світової війни. З метою її вирішення було скоординовано зусилля та розпочато взаємодію між приймаючими та національними міграційними органами управління, громадянським організаціями, міжнародними фондами та представниками влади.

Це дозволило сформувати необхідні умови для інтеграції біженців у нове середовище, забезпечення доступу до всіх необхідних послуг та можливостей для нормального життя та розвитку, захисту їх прав відповідно до існуючих міжнародних стандартів та вимог, гуманітарної підтримки та допомоги тощо.

Зокрема, УВКБ ООН було розроблено стратегію реагування на приплив мігрантів з України, яка охоплює різні економічні і соціальні сектори, фінансові та соціальні потреби біженців. Серед країн, які підтримали цей план-стратегію, були Німеччина, Литва, Естонія, Болгарія, Чехія, Польща та інші країни. Дана стратегія почала втілюватися у життя та дала можливості для надання допомоги не тільки українським мігрантам, але і країнам, які їх приймали. Особливим напрямом цієї стратегії було вирішення соціально-економічних проблем усіх сторін-учасників міграційного процесу, у тому числі щодо наданням захисту та правового статусу біженцям, передачі фінансових ресурсів країнам, які надавали допомогу українським біженцям. Окрім цього, й інші міжнародні організації реалізують програми, спрямовані на підтримку біженців з України, наприклад, Програма з питань захисту Міжнародної організації міграції в Україні, програми Європейської Комісії в сфері міграції, у т. ч. програми надання безповоротних грантів від ЄС для мігрантів.

З метою повернення українських мігрантів із-за кордону держава проводить політику, що включає вкладення коштів, отриманих в якості допомоги від міжнародних організацій у створення нових робочих місць, забезпечення житлом населення, яке його втратило під час війни через програму єВідновлення та єОселя, надання податкових знижок підприємцям, що повертаються в Україну та відкривають свої ФОПи, а також ряд інших стимулів на ринку праці, які спрямовані на приплив працездатних осіб в Україну.

Перелік посилань

1. UNHCR. Ukraine Refugee Situation. Select location. 2025. URL: https://surl.li/ibkojs

2. Лесной Є. Демографічна криза: що буде з Україною за 25 років. 2025. URL: https://podrobnosti.ua/2502510-demografchna-prrva-scho-bude-z-ukranoju-za-25-rokv.html

ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНСТИТУЦІОНАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ВЕЛИКОБРИТАНІЇ ТА ІРАНУ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Ярошенко Дар'я Юріївна, група 292-23-1
***Науковий керівник*: проф. Литвиненко Наталья Іванівна**

У сучасних умовах, важливу роль у розвитку національної економіки відіграє інституціональне середовище, оскільки саме воно визначає якість державного управління, рівень захисту прав власності, ефективність регулювання та загальну стабільність економічної системи. Від стану інститутів значною мірою залежать темпи економічного зростання, інвестиційна привабливість країни та добробут населення.

Для проведення аналізу інституціонального середовища, використовуються індекси Світового банку, а саме «Показники ефективності державного управління» (Worldwide Governance Indicators (індекс WGI)). Це є однією з провідних глобальних ініціатив з оцінки якості управління. Вперше вони опубліковані у 1999 році та містять щорічні комплексні показники, що узагальнюють шість вимірів управління.

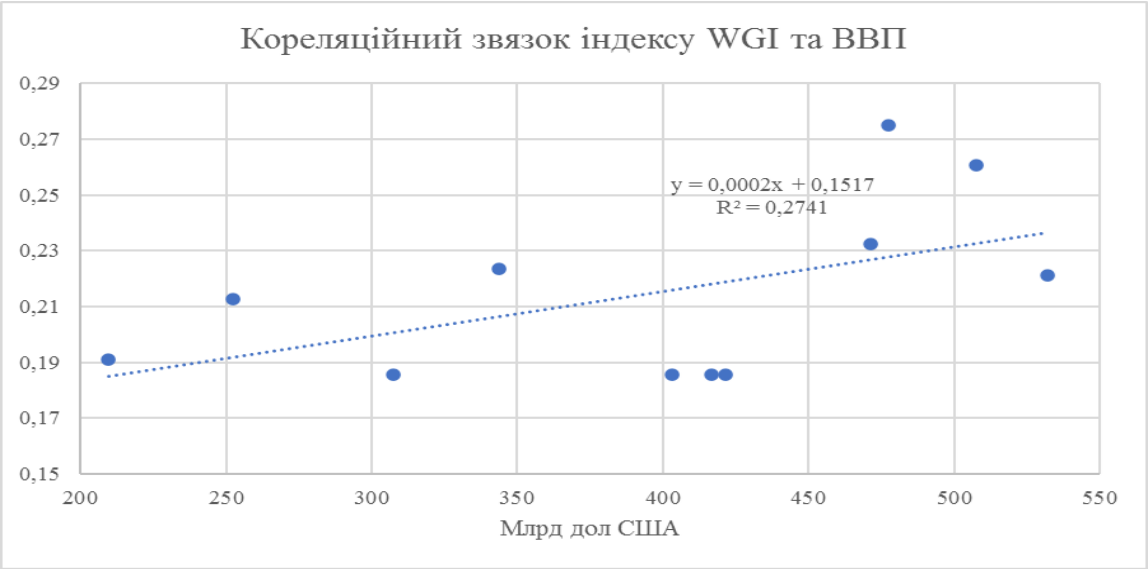
Задля проведення оцінки впливу інституціонального середовища на ефективність функціонування національної економіки, було обрано дві країни з різним рівнем розвитку, а саме – Великобританія та Іран. Також було обрано додатково один макроекономічний показник – ВВП. У таблиці 1 представлені дані показників за період 2014–2024 років.

Таблиця 1 – Щорічні показники Великобританії та Ірану, 2014–2024 рр.

Показники	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Показник ефективності державного управління, індекс WGI											
Іран	0,22	0,23	0,28	0,26	0,22	0,21	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Великобританія	0,77	0,81	0,79	0,83	0,84	0,83	0,82	0,82	0,84	0,84	0,84
ВВП, млрд. дол. США											
Іран	532	471	477	507	343	252	209	307	403	421	416
Великобританія	3066	2928	2699	2682	2875	2853	2698	3144	3125	3371	3644

Примітка 1. Складено за [1-2].

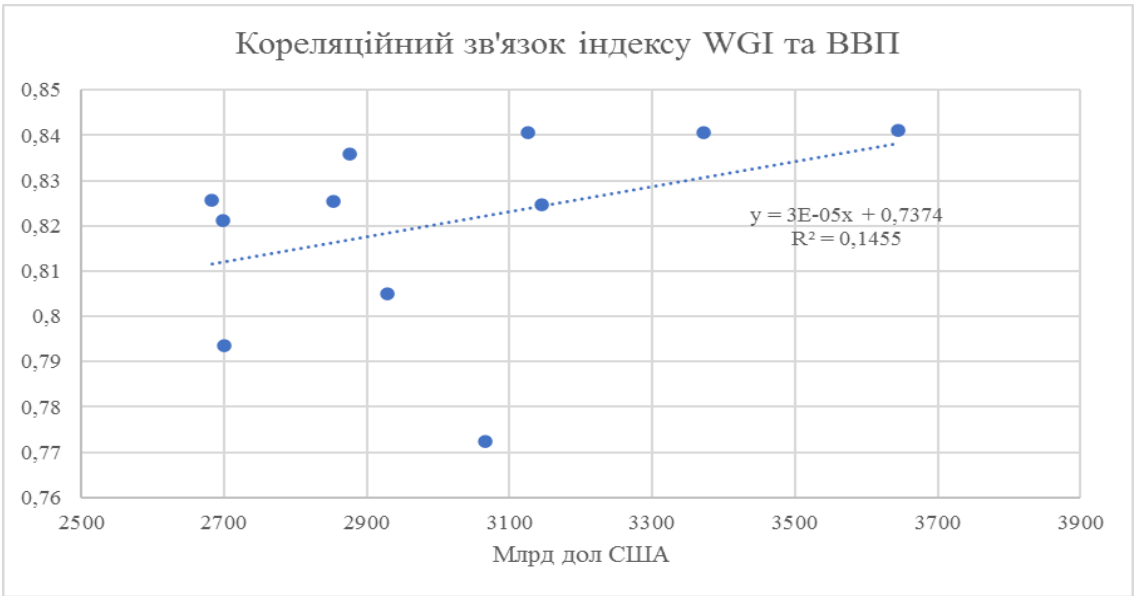
Користуючись даними з таблиці 1, проведено оцінку впливу індексу на ефективність національної економіки за допомогою економіко-статистичних методів. Для цього, було складено графік та пораховано коефіцієнт кореляції індексу та ВВП країн.



Примітка 1. Складено за [1-2].

Рисунок 1 – Кореляційний зв'язок індексу WGI та ВВП Ірану.

Аналізуючи рисунок 1, було з’ясовано, що зі зростанням ВВП показник індексу WGI також має тенденцію до зростання. Коефіцієнт детермінації вказує, що лише 27,41% змін ВВП Ірану відбувається під впливом індексу WGI. Тому зроблено висновок, що взаємозв'язок існує, але він є слабким. Велика кількість точок розташована на відстані від лінії регресії, що свідчить про значний вплив інших факторів. Далі, було розглянуто кореляційний зв'язок індексу WGI із ВВП Великобританії (рис. 2).



Примітка 1. Складено за [1-2].

Рисунок 2 – Кореляційний зв'язок індексу WGI та ВВП Великобританії.

Аналізуючи рисунок 2, можна стверджувати, що зі зростанням ВВП показник WGI Великобританії також має тенденцію до зростання. Хоча кореляція між цими показниками існує, проте вона є дуже слабкою. Коефіцієнт детермінації вказує, що лише 14,55% змін ВВП Великобританії відбуваються під впли-

вом індексу WGI. Рисунок 2 свідчить про низьку залежність обсягу ВВП від якості державного управління у Великобританії та вказує на визначальний вплив інших соціально-політичних факторів.

Отже, рівень інституціонального розвитку суттєво відрізняється між досліджуваними країнами. Великобританія демонструє стабільно високі значення показників ефективності державного управління, що свідчить про розвинену інституційну систему, тоді як Іран має значно нижчі показники, що вказує на наявність проблем і нестабільності.

Зв'язок між інституціональним середовищем і ВВП в усіх випадках є помірним. Це свідчить про те, що економічне зростання залежить не лише від якості державного управління, а й від інших факторів, зокрема зовнішньоекономічної ситуації, політичних подій та особливостей економіки.

На динаміку як інституціональних, так і макроекономічних показників, значно впливають зовнішні та внутрішні чинники. Такі як, економічні санкції та політична нестабільність в Ірані та пандемія COVID-19 у Великобританії.

Можна зробити висновок, що інституційне середовище є важливим фактором розвитку національної економіки, але його вплив не є вирішальним і проявляється у взаємодії з іншими економічними та політичними факторами. Підвищення якості державного управління може сприяти покращенню економічних результатів.

Перелік посилань

1. Worldwide Governance Indicators. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators (дата звернення: 30.03.2026)

2. World Bank Open Data. Data. *World Bank Group*: веб-сайт: URL: https://data.worldbank.org/ (дата звернення: 30.03.2026)

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА

ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОМАТЕРІАЛІВ НА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Андріюк Валерія Русланівна, група 132-23-3
***Науковий керівник*: Слупська Ю.С., PhD., доц. каф. МБМІ**

Наноматеріали характеризуються унікальними властивостями, зумовленими малими розмірами та великою питомою поверхнею, що визначає їх значення в науці й технологіях.

Мета роботи - аналіз впливу нанорозмірних параметрів на фізико-хімічні характеристики матеріалів.

Фізико-хімічні методи дозволяють досліджувати наноматеріали на атомарному рівні; основні з них наведено в таблиці 1 [1].

Таблиця 1

Фізико-хімічні методи дослідження характеристик наноматеріалів

Характеристика наноматеріалу	**Методи дослідження**
Розмір / розподілення розмірів	DLS, FCS, RS, NSOM, SEM, TEM, STM, AFM, NMR, TOF-MS, XRD, SAXS, FS, УФ-видимий, AUC, GE, CE, FFF
Поверхневий заряд	Дзета-потенціал (ELS), IR-спектроскопія з перетворенням Фур'є, електронна мікроскопія, кеп
Форма	NSOM, SEM, TEM, STM, AFM, XRD, SAXS, AUC
Структура	TERS, CD, MS, ИК, STM, AFM, RS, NMR, XRD, SAXS, FS, DSC, AUC
Склад	MS, NMR
Чистота	MS, NMR, ВЕЖХ, HDC
Стабільність	Вимірювання дзета-потенціалу, CD, TGA, DSC, ITC, термофорез, HPLC, HDC
Дисперсія	ESEM, TEM, STM, STM, AFM
Властивості поверхні	КД у поєднанні з імуноферментним аналізом, часопролітною вторинною іонною мас-спектрометрією, IR-спектроскопією з НПВО, модифікованою AFM, рентгенівською фотоелектронною спектроскопією
Товщина і густина	DLS, FCS, TEM, ексклюзійна хроматографія, диференціальна відцентрова седиментація
Склад та кількісне визначення	Поліакриламід GE, ЖХ-MS/MS
Спорідненість	Ексклюзійна хроматографія, SPR, ITC
Конфірмація	CD, симуляція

Основні методи дослідження наноматеріалів включають мікроскопічні, спектроскопічні, рентгенівські та термічні підходи, що забезпечують аналіз морфології, складу та розмірних характеристик [1].

Скануюча оптична мікроскопія ближнього поля (NSOM) долає дифракційне обмеження та забезпечує нанометрову роздільну здатність, поєднуючи топографічний і спектроскопічний аналіз, однак обмежується низькою інтенсивністю сигналу та складністю експериментальної реалізації [2].

Скануюча електронна мікроскопія (SEM) (~1 нм) дозволяє досліджувати поверхню, тоді як *просвічувальна електронна мікроскопія (TEM)* (<1 нм) - внутрішню структуру матеріалів; обидва методи потребують спеціальної підготовки зразків [3–4].

Скануюча тунельна мікроскопія (STM) забезпечує атомну роздільну здатність для провідних поверхонь, тоді як *атомно-силова мікроскопія (AFM)* (~0,5 нм) працює і з непровідними зразками [5–6].

Динамічне розсіювання світла (DLS) використовується для визначення розмірів частинок у розчинах, *Флуоресцентна кореляційна спектроскопія (FCS)* застосовується для аналізу дифузії та міжмолекулярних взаємодій [3,7].

Раманівське розсіювання (RS), Круговий дихроїзм (CD) та Інфрачервона спектроскопія (IR) застосовуються для дослідження молекулярної структури, хоча мають обмеження чутливості або інтерференції [5–6].

Ядерний магнітний резонанс (NMR) і Мас-спектрометрія (MS) забезпечують інформацію про структуру, склад і динаміку, відзначаючись високою інформативністю, але різною чутливістю та вартістю [3,5].

Дзета-потенціал є ключовим параметром стабільності колоїдних систем і визначається через електрофоретичну рухливість частинок; значення понад ±30 мВ свідчать про високу стабільність системи [4].

Рентгенівська дифракція (XRD) та Малокутове рентгенівське розсіювання (SAXS) використовуються для аналізу кристалічної та наноструктурної організації матеріалів [4,6].

Додатково застосовуються УФ-видима та флуоресцентна спектроскопія, а також термогравіметричний аналіз і диференціальна скануюча калориметрія, що дозволяють оцінювати оптичні, структурні та термічні властивості наноматеріалів [7].

Методи розділення, такі як ультрацентрифугування, хроматографія та електрофорез, використовуються для аналізу розміру, форми та стабільності наноматеріалів, а фракціонування в польовому потоці дозволяє здійснювати їх розподіл за розміром і зарядом [5].

Висновки. Наноматеріали характеризуються унікальними властивостями, зумовленими малими розмірами, великою питомою поверхнею та зарядом, що зумовлює їх принципово відмінну поведінку порівняно з об’ємними матеріалами. Наномасштабні ефекти суттєво впливають на їх фізико-хімічні характеристики та розширюють можливості практичного застосування. Подальші дослідження сприятимуть створенню матеріалів із прогнозованими властивостями та підвищеною ефективністю й безпечністю.

Перелік посилань

1. Rahman M, Laurent S, Tawil N, Yahia LH, Mahmoudi M. Protein–nanoparticle interactions. Berlin Heidelberg: Springer; 2013. Analytical methods for corona evaluations; pp. 65–82. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/cr100440g

2. Kohli R, Mittal KL. Developments in surface contamination and cleaning-detection, characterization, and analysis of contaminants. William Andrew; 2011. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://books.google.com.ua/books?hl=ru&lr=&id=9OUIBlM-VCsC&oi=fnd&pg=PP1&ots=s4h80HgWLU&sig=cD93X2G0jiHKY6__JfDutgyItdo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

3. Bootz A, Vogel V, Schubert D, Kreuter J. Comparison of scanning electron microscopy, dynamic light scattering and analytical ultracentrifugation for the sizing of poly(butyl cyanoacrylate) nanoparticles. Eur J Pharm Biopharm. 2004;57:369–375. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15018998/

4. Bogner A, Thollet G, Basset D, Jouneau PH, Gauthier C. Wet STEM: a new development in environmental SEM for imaging nano-objects included in a liquid phase. Ultramicroscopy. 2005;104:290–301. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15990230/

5. Wang H, Chu PK. Chapter 4 — surface characterization of biomaterials. In: Amit B, Susmita B, editors. Characterization of biomaterials. Oxford: Academic Press; 2013. pp. 105–174. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780124158009000048

6. Dufrêne YF, Garcia-Parajo MF. Recent progress in cell surface nanoscopy: light and force in the near-field. Nano Today. 2012;7:390–403. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1748013212000825

7. Francius G, Domenech O, Mingeot-Leclercq MP, Dufrêne YF. Direct observation of Staphylococcus aureus cellwall digestion by lysostaphin. J Bacteriol. 2008;190:7904–7909. – [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18835985/

ЕНДОПРОТЕЗУВАННЯ В ОФТАЛЬМОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ: ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Волчков Денис Олександрович, группа 163-23-1
***Науковий керівник*: PhD., доц. Слупська Юлія Сергіївна**

Мета роботи: спрямована на висвітлення значення ендопротезування в офтальмології та ортопедії для відновлення функцій тканин і органів, а також для поліпшення якості життя пацієнтів.

Ендопротези в офтальмології та ортопедії - це важливий аспект сучасної медицини, що дозволяє відновлювати функції тканин або органів шляхом імплантації спеціально створених пристроїв. В офтальмології, ендопротези використовуються для відновлення зору або корекції окулярних аномалій. Наприклад, інтраокулярні лінзи використовуються для виправлення зору при катаракті або інших захворюваннях очей.

Ендопротезування в офтальмології - це метод відновлення функцій ока за допомогою імплантації спеціально створених пристроїв. Один з найпоширеніших прикладів - інтраокулярні лінзи, які використовуються для виправлення зору при катаракті та інших захворюваннях очей. Наприклад відновлення зору. Це одні з найбільш поширених ендопротезів у офтальмології - це інтраокулярні лінзи, які використовуються для лікування катаракти. Вони замінюють темніння та розмивання зору, які виникають внаслідок катаракти, і допомагають пацієнтам повернути ясний та чіткий зір. Крім катаракти, ендопротези використовуються для корекції окулярних аномалій, таких як міопія, гіперметропія та астигматизм. Це дозволяє пацієнтам позбутися від окулярів або лінз контактних, поліпшуючи їхню якість життя та зору. Інтраокулярні лінзи (ІОЛ) - це мініатюрні штучні лінзи, які імплантуються внутрішньо в око під час операції на катаракту. Основна мета - відновити якість зору, замінивши хвору хмарну лінзу ока на прозору ІОЛ. Це дозволяє пацієнтам повернути ясний зір без застосування окулярів. ІОЛ виготовляються з матеріалів, що володіють високою міцністю, гіпоалергенністю та здатністю приживатися в організмі людини. Якісний протез може прослужити до 30 років. Цей метод є високотехнологічним і дозволяє пацієнтам повернутися до активного способу життя після відновлення функцій ока [1].

Ендопротезування в ортопедії - це метод відновлення анатомічної і функціональної цілісності суглоба, яка була порушена з приводу будь якої причини. Цей процес включає імплантацію штучно створених пристроїв, які можуть замінити пошкоджений суглоб. Ортопедичні ендопротези виготовляються з матеріалів, що володіють високою міцністю, гіпоалергенністю та здатністю приживатися в організмі людини. Відновлення рухливості суглобів: Штучні суглоби є ключовими ендопротезами у сфері ортопедії. Вони використовуються для заміни пошкоджених або хворих суглобів, що дозволяє пацієнтам повернутися до активного способу життя і виключити біль та дискомфорт, пов'язаний з артро-

зом чи травмою суглобів. Мінімізація болю і обмежень: Застосування ендопротезів дозволяє зменшити біль і обмеження, які виникають внаслідок захворювань суглобів. Це допомагає пацієнтам покращити якість свого життя та здійснювати повноцінні рухи без болю та дискомфорту [1].

Основні поняття ендопротезування включають.

- Протези - штучно створені засоби або механізми, які можуть замінити будь-який внутрішній орган людського тіла.
- Часткове протезування - заміна лише тих частин суглоба, які пошкоджені.
- Повне протезування - заміна всього суглоба.

Покази до заміни суглобу включають.

- Артрози і артрити в стадії повного руйнування.
- Асептичні некрози.
- Внутрішньосуглобові переломи.
- Дисплазія.
- Перелом шийки стегнової кістки. Онкологічні ендопротези.

Протипокази до операції включають.

- Абсолютні протипокази (неможливо усунути).
- Декомпенсовані захворювання серця, легень, нирок, ендокринні захворювання.
- Психічні розлади.
- Порушення рухової функції. Наявність гнійних захворювань [2].

Ендопротезування великих суглобів проводиться в великих клініках і наукових медичних центрах фахівцями високого рівня кваліфікації. Цей метод є високотехнологічним і дозволяє пацієнтам повернутися до активного способу життя після відновлення суглоба. Інновації та перспективи у сфері ендопротезів відіграють важливу роль в їх створюванні.

Розрізняють наступні види інновацій.

Біоматеріали та дизайн. Використання біологічно сумісних матеріалів, таких як біокераміка та біопластики, що дозволяють створювати ендопротези з високою міцністю і тривалістю, максимально наближеними до природних тканин. Розробка протезів з індивідуальним підходом до кожного пацієнта, враховуючи його фізіологічні особливості і потреби.

Електроніка та нейротехнології. Інтеграція електронних компонентів у протези для керування рухами за допомогою м'язових сигналів або нервової системи. Розвиток нейротехнологій, що дозволяють пряме зчитування сигналів з мозку та їх перетворення на команди для керування протезом, що відкриває нові можливості для заміни втрачених функцій тіла.

Технології 3D друку. Використання технологій 3D друку для створення індивідуальних та складних елементів протезів з високою точністю і швидкістю. Можливість експериментувати з різними дизайнами та матеріалами для покращення функціональності та зручності використання протезів.

Нанотехнології. Використання наноматеріалів для створення протезів з покращеними механічними властивостями, здатністю до саморемонту або контролю за процесами в організмі. Розвиток наноелектроніки для створення мік-

роелектронних компонентів у протезах, що дозволяє збільшити їхню функціональність і мініатюризацію [2].

Висновок. Ендопротезування в офтальмології та ортопедії є важливим напрямом сучасної медицини, який значно поліпшує якість життя пацієнтів, дозволяючи їм повернутися до активного способу життя після відновлення функцій тканин і органів. Інновації в цій галузі, такі як використання біоматеріалів, розвиток електроніки та нанотехнологій, відкривають нові можливості для подальшого розвитку ендопротезів і покращення результатів лікування.

Перелік посилань

1. Фізична реабілітація при ендопротезуванні органів та суглобів: навч. посібник для студ. спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія», спеціалізації «Фізична терапія»/ О.О. Глиняна, Ю.В. Копочинська, І.Ю. Худецький – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 190 с.

2. Протезування та штучні органи: Конспект лекцій: навч. посіб. для студ. спеціальності 163 «Біомедична інженерія» / І. Ю. Худецький, Ю. В. Антонова-Рафі, Г. В. Мельник, Є. В. Сніцар – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 184 с.

БІОРОЗКЛАДНІ ІМПЛАНТИ: МАЙБУТНЄ БЕЗ ПОВТОРНИХ ОПЕРАЦІЙ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Герасименко Анастасія Олександрівна, група 163-24-1
***Науковий керівник*: Слупська Ю.С., PhD., доцент кафедри механічної та біомедичної інженерії**

Сучасна хірургія та біомедична інженерія спрямовані на мінімізацію травматичності лікування та скорочення термінів реабілітації пацієнтів. Традиційні металеві або інертні полімерні конструкції, попри їхню механічну стабільність, часто потребують повторного хірургічного втручання для їх видалення. Це не лише підвищує ризик післяопераційних ускладнень, але й створює додаткове фінансове навантаження на систему охорони здоров'я. У цьому контексті особливої актуальності набуває розробка та впровадження біорозкладних імплантів, здатних до поступової контрольованої деградації в організмі [1].

Мета роботи – проаналізувати сучасні матеріали та технології створення біорозкладних імплантів і визначити їх перспективи у зменшенні кількості повторних хірургічних втручань.

У роботі здійснено узагальнення та систематизацію сучасних наукових підходів до створення біорозкладних імплантів, а також проаналізовано їхні основні властивості, переваги та обмеження у клінічній практиці.

Методологічну основу роботи становить систематичний аналіз близько 40 наукових публікацій, індексованих у базах даних PubMed та Scopus за останні 15 років. До аналізу включено оглядові та експериментальні дослідження з використанням ключових слів: "biodegradable implants", "PLA", "PGA", "magnesium alloys", "tissue engineering".

1. Матеріали для біорозкладних імплантів. Основу біорозкладних імплантів становлять полімери та метали, здатні до контрольованої деградації в біологічному середовищі [3]. Найпоширенішими є полілактид (PLA), полігліколід (PGA), полілактид-ко-гліколід (PLGA) та полікапролактон (PCL), що розкладаються шляхом гідролізу до нетоксичних продуктів [4].

Окрему групу становлять магнієві сплави, які застосовуються в ортопедії та кардіології. Вони характеризуються високою біосумісністю та здатністю до поступової корозії, забезпечуючи тимчасову механічну підтримку тканин [5].

Їх перевагою є модуль пружності (~45 ГПа), близький до кісткової тканини, що знижує ризик її деструкції порівняно з титановими сплавами (~110 ГПа).

На основі аналізу джерел [3,8] узагальнені основні властивості біорозкладних матеріалів, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні властивості біорозкладних матеріалів, що застосовуються в медицині

Матеріал	Механічна міцність	Швидкість деградації	Основне застосування
PGA	Висока	Швидка (тижні)	Шовний матеріал
PLA	Середня	Повільна (місяці/роки)	Ортопедичні фіксатори
PCL	Низька	Дуже повільна	Тканинна інженерія

Аналіз представлених даних (табл.1) свідчить про те, що жоден із матеріалів не є універсальним, а їх вибір визначається необхідністю досягнення оптимального балансу між механічною міцністю та швидкістю біодеградації.

2. Галузі застосування. Біорозкладні технології ефективні в медицині, де небажана постійна наявність стороннього тіла [2,6]:

- Ортопедія та травматологія: фіксатори (гвинти, пластини) запобігають ефекту «екранування напруження» та сприяють природному відновленню кістки.
- Кардіологія: біорезорбовані стенти тимчасово підтримують судину (6–12 місяців), після чого розчиняються, відновлюючи її функції.
- Педіатрична хірургія: імпланти не перешкоджають росту тканин і усувають потребу в повторних операціях.

Ефективність їх застосування залежить від відповідності властивостей імпланта конкретним клінічним завданням.

3. Переваги біорозкладних імплантів [3,7]. Біорезорбовані конструкції мають низку переваг над традиційними металевими завдяки своїм фізико-хімічним і біологічним властивостям:

- Відсутність повторних операцій: імплант повністю деградує після виконання функції.
- Динамічне перенесення навантаження: поступова втрата міцності забезпечує природний розподіл навантаження та запобігає атрофії тканин.
- Висока біосумісність: сприяють інтеграції та стимулюють загоєння.
- Менший ризик ускладнень: знижується ймовірність хронічного запалення та інфекцій.
- Переваги у педіатрії: не перешкоджають росту тканин і не потребують повторних втручань.
- Економічна та психологічна ефективність: зменшують витрати та стрес, пов’язаний з повторними операціями.

4. Проблеми та перспективи розвитку. Незважаючи на значний потенціал, впровадження біорозкладних імплантів супроводжується низкою технологічних та біологічних викликів:

- Локальна цитотоксичність та рівень pH: процес деградації аліфатичних поліефірів (PLA, PGA) супроводжується вивільненням кислих продуктів розпаду, що може спричинити локальне зниження pH навколо імпланта (до значень нижче 5–6 у мікросередовищі). Це іноді призводить до стерильних запальних реакцій або уповільнення остеоінтеграції [4,7]. Для нейтралізації кис-

лих продуктів деградації перспективним є створення композитів на основі PLA/PGA з додаванням основних наповнювачів, таких як гідроксиапатит або біоактивне скло, що діють як лужний буфер.

- Контроль кінетики деградації: існує складність у досягненні синхронізації між втратою механічної міцності імпланта та швидкістю регенерації нової тканини пацієнта. Передчасний розпад конструкції може призвести до повторної травматизації або деформації ділянки [4].
- Газоутворення при корозії металів: при застосуванні магнієвих сплавів однією з проблем є інтенсивне виділення водню під час швидкої корозії, що може створювати газові «кишені» в тканинах. Це вимагає розробки спеціальних захисних покриттів або легування магнію іншими елементами [5].
- Перспективні рішення: сучасні дослідження зосереджені на інтеграції біорозкладних матеріалів із технологіями 3D-друку, що дозволяє створювати імпланти з індивідуальною геометрією та контрольованою пористістю.

Зокрема, використання методів пошарового наплавлення (FDM) та селективного лазерного спікання (SLS) дає змогу проектувати градієнтну пористість для покращення проростання судин крізь структуру імпланта. Крім того, застосування нанотехнологій (наприклад, включення гідроксиапатиту в полімерну матрицю) дозволяє нейтралізувати кисле середовище та покращити механічні властивості виробу [8].

Висновки. Проведений аналіз показав, що біорозкладні імпланти є однією з ключових інновацій сучасної хірургії. Перехід від інертних металевих конструкцій до біорезорбованих матеріалів (PLA, PGA, магнієві сплави) дозволяє усунути необхідність повторних хірургічних втручань, що є особливо важливим у педіатричній практиці.

Встановлено, що ефективність біорозкладних імплантів визначається оптимальним балансом між швидкістю деградації та механічною міцністю матеріалу.

Біорозкладні імпланти забезпечують фізіологічну регенерацію тканин завдяки поступовому перенесенню механічного навантаження на відновлені структури, що знижує ризик атрофії та хронічних ускладнень.

Попри виклики, пов’язані з контролем деградації та pH середовища, поєднання біоматеріалів із технологіями 3D-друку та нанотехнологіями відкриває перспективи створення персоналізованих імплантів.

Отже, їх впровадження сприятиме зменшенню ускладнень, підвищенню якості життя пацієнтів та оптимізації витрат системи охорони здоров’я.

Перелік посилань

1. Middleton J.C., Tipton A.J. Synthetic biodegradable polymers as orthopedic devices. Biomaterials. 2000. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10851867/

2. Waksman R. Bioresorbable scaffolds for coronary intervention. Circulation. 2013. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24190944/

3. Vert M. Degradable and bioresorbable polymers in surgery and pharmacology. Biomaterials. 1992. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1588781/

4. Athanasiou K.A. et al. Biodegradable implants in orthopedics. Biomaterials. 1998. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9690847/

5. Staiger M.P. Magnesium and its alloys as orthopedic biomaterials. Biomaterials. 2006. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16246414/

6. Tamai H. et al. Biodegradable stent implantation. Circulation. 2000. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11034924/

7. Gunatillake P.A., Adhikari R. Biodegradable synthetic polymers for tissue engineering. Eur Cell Mater. 2003. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14562269/

8. Woodruff M.A., Hutmacher D.W. Polycaprolactone in the 21st century. Prog Polym Sci. 2010. – Режим доступу: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20161345/

БІОЕЛЕКТРОННІ ІМПЛАНТАТИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЙ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Гузь Олександра Віталіївна, група 163-24-1
***Науковий керівник*: Слупська Ю.С., PhD., доцент кафедри механічної та біомедичної інженерії**

Захворювання та травми нервової системи часто спричиняють незворотні наслідки (параліч, втрата сенсорних функцій), які на сьогодні неможливо усунути лише фармакологічними методами. Тому одним із найперспективніших напрямків сучасної біомедичної інженерії є розробка нейронних інтерфейсів та біоелектронних імплантатів. Інтеграція електронних систем безпосередньо в нервову тканину дає змогу відновлювати втрачені рухові та сенсорні функції, а також лікувати важкі неврологічні захворювання. Розробка ефективних пристроїв вимагає глибокого розуміння як процесів регенерації тканин, так і принципів проектування електронних схем. Взаємодія на межі «електроніка-тканина» є надзвичайно складною: імплантат повинен забезпечувати стабільну передачу електричних сигналів, не викликаючи гострої імунної реакції та не пошкоджуючи нервові волокна [1, 2].

Мета роботи – проаналізувати типи біоелектронних імплантатів, що використовуються для нейромодуляції, та оцінити їх вплив на ефективність відновлення функцій нервової системи.

У роботі здійснено узагальнення та систематизацію сучасних підходів до створення біоелектронних імплантатів, а також проаналізовано їхні функціональні характеристики та обмеження при взаємодії з нервовою тканиною.

Основний принцип дії таких пристроїв базується на керованій генерації або модуляції електричних сигналів, що імітують природні потенціали дії нейронів шляхом ін'єкції електричного заряду. Залежно від локалізації та медичного завдання, конструкція електричних кіл імплантатів та їх взаємодія з організмом суттєво відрізняються [3]. На основі аналізу джерел [4] узагальнено класифікацію біоелектронних імплантатів, що наведена в таблиці 1.

Аналіз наведених даних свідчить про значну різноманітність підходів до нейромодуляції, що визначається рівнем ураження нервової системи та специфікою клінічного застосування.

Для забезпечення ефективної та безпечної стимуляції матеріали електродів повинні мати високу межу ін'єкції заряду (Charge Injection Limit). Це дозволяє передавати достатній струм без ризику електролізу води в тканинах та утворення токсичних побічних продуктів. Крім правильного підбору компонентів (мікрочипів, транзисторів тощо) для мініатюризації схем, критичним фактором є вибір матеріалу електродів, які мають бути стійкими до корозії в агресивному біологічному середовищі [5].

Таблиця 1 – Класифікація біоелектронних імплантатів для відновлення функцій нервової системи

Тип імплантату	Локалізація та принцип дії	Медичне застосування
Глибокі стимулятори мозку (DBS)	Електрична стимуляція підкіркових структур	Хвороба Паркінсона, епілепсія
Стимулятори спинного мозку (SCS)	Модуляція електричних сигналів у спинному мозку	Хронічний біль, відновлення рухливості
Периферичні нейроінтерфейси	Реєстрація та стимуляція периферичних нервів	Біонічне протезування кінцівок
Сенсорні нейроімплантати	Стимуляція слухового або зорового нерва	Відновлення втраченого слуху та зору

Аналіз еквівалентних схем електричного інтерфейсу показує, що використання наноструктурованих матеріалів або провідних полімерів (наприклад, полі(3,4-етилендіокситіофен), PEDOT) забезпечує змішану іонно-електронну провідність та тіснішу взаємодію іонів з електродом. Це призводить до значного зниження імпедансу та покращення співвідношення сигнал/шум. Порівняльна характеристика матеріалів для нейроелектронних інтерфейсів узагальнена на основі [6,7] та наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Матеріали для нейроелектронних інтерфейсів

Матеріал	Переваги для електроніки	Біосумісність та вплив на тканини
Платино-іридієві сплави	Висока провідність, хімічна стабільність	Задовільна, але висока жорсткість металу
Провідні полімери (напр., PEDOT)	Гнучкість, значне зниження імпедансу	Висока, мінімізує запалення навколо імплантату
Золото та мікропровідники	Відмінні електричні властивості, точність	Інертність в тканинах, низька токсичність

Таким чином, використання гнучких та провідних полімерних матеріалів є перспективним напрямом для підвищення ефективності та біосумісності нейроінтерфейсів.

Довгострокова робота біоелектронного імплантату часто ускладнюється реакцією тканин на стороннє тіло. Цей процес розвивається у кілька етапів: одразу після імплантації відбувається адсорбція білків на поверхні електрода, що запускає гостру фазу запалення з активацією мікроглії. Згодом навколо імплантату формується щільний астрогліальний рубець (гліоз), який вводить додатко-

вий послідовний опір (імпеданс рубця) в електричний ланцюг, що призводить до втрати корисного сигналу та вимагає збільшення потужності стимуляції.

Ще однією фундаментальною проблемою є механічна невідповідність зондів та м'якої тканини. Значна різниця модулів пружності (Юнга) між жорсткими неорганічними матеріалами понад 1–100 ГПа (залежно від матеріалу) та нервовою тканиною (близько 1 кПа) викликає постійну мікротравматизацію під час природних мікрорухів мозку або тіла пацієнта [8]. Основні проблеми інтеграції біоелектронних імплантатів з нервовою тканиною узагальнені та представлені в таблиці 3.

Аналіз наведених проблем показує, що ключовими обмеженнями залишаються біосумісність та механічна відповідність матеріалів, що визначає напрям подальших досліджень.

Таблиця 3 – Проблеми інтеграції електроніки та нервової тканини

Тип проблеми	Механізм виникнення	Наслідки для пристрою
Гліальний рубець (гліоз)	Активація астроцитів та мікроглії навколо електрода	Зростання імпедансу, втрата сигналу
Корозія елементів	Вплив тканинної рідини на металеві контакти	Зниження точності стимуляції, можлива токсичність
Механічна невідповідність	Високий модуль Юнга матеріалів зонда	Мікротравматизація тканин під час рухів

Висновки**.** Біоелектронні імплантати є надзвичайно потужним інструментом для відновлення втрачених функцій нервової системи. Успішна розробка таких пристроїв вимагає комплексної інтеграції знань з аналізу електричних кіл, прикладної механіки, матеріалознавства та біомедицини. Використання гнучких провідних полімерів дозволяє вирішити проблему механічної невідповідності та мінімізувати запальну реакцію на стороннє тіло. Подальші дослідження у цьому напрямку, зокрема вдосконалення покриттів електродів, забезпечать надійнішу, безпечнішу та довготривалу роботу імплантатів у клінічній практиці.

Особливу увагу слід приділити розробці матеріалів із градієнтними механічними властивостями, що дозволить ще більше наблизити характеристики імплантатів до параметрів нервової тканини.

Перелік посилань

1. Андерсон Дж. М., Родрігес А., Чанг Д. Т. «Реакція стороннього тіла на біоматеріали» // Семінари з імунології. – 2008. – Т. 20, № 2. – С. 86-100. – Електронний ресурс [Режим доступу]- https://doi.org/10.1016/j.smim.2007.11.004

2. Лебедєв М. А., Ніколеліс М. А. «Інтерфейси мозок-машина: минуле, сьогодення та майбутнє» // Тенденції в нейронауках. – 2006. – Т. 29, № 9. – С.

536-546. – Електронний ресурс [Режим доступу]- https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.004

3. Козай Т. Д. Я. та ін. «Ультрамалі імплантовані композитні мікроелектроди з біоактивними поверхнями для хронічних нейроінтерфейсів» // Природні матеріали. – 2012. – Т. 11, № 12. – С. 1065-1073. – Електронний ресурс [Режим доступу]- https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23142839/

4. Алехандро Карнісер – Ломбарте, Шао – Туан Чень, Джордж Г. Малліарас, Даміано Г. Бароне. «Реакція стороннього тіла на імплантовані біоматеріали та її вплив на нейропротезування нервів» – Електронний ресурс [Режим доступу]- https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2021.622524/full

5. Рівнай Дж. та ін. «Зонди, частинки та білки наступного покоління для нейронного інтерфейсу» // Наукові досягнення. – 2017. – Т. 3, № 6. – Електронний ресурс [Режим доступу]- https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1601649

6. Поліков В. С., Треско П. А., Райхерт В. М. «Реакція тканини мозку на хронічно імплантовані нейронні електроди» // Журнал нейробіологічних методів. – 2005. – Т. 148, № 1. – С. 1-18. – Електронний ресурс [Режим доступу]- https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2005.08.015

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ У МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Доценко Анастасія Олександрівна, група 163-23-1
Науковий керівник: **Слупська Ю.С. PHD., доцент кафедри механічної та біомедичної інженерії**

Пріоритетами сучасної медицини є мінімізація втручань у організм та перехід до персоналізованого лікування. Реалізувати ці завдання допомагають новітні діагностичні технології, що гарантують високу чутливість аналізу. Ключовий інструмент тут – нанотехнології. Унікальні фізико-хімічні характеристики наноматеріалів дають змогу створювати ефективні сенсори та платформи для молекулярної діагностики. Саме тому інтеграція знань із біології, інженерії та матеріалознавства для створення таких систем є актуальним вектором сучасних досліджень.

Мета роботи – узагальнити сучасні підходи до використання наноматеріалів у медичній діагностиці, оцінити їхні фізико-хімічні властивості та проаналізувати світові тенденції та ключові напрями розвитку високочутливих сенсорних платформ.

Класифікація наноматеріалів для діагностики. Наноматеріали – це структури нанометрового масштабу (10^{-9} м), які поділяють на нульвимірні (наночастинки), одновимірні (нановолокна, нанодроти, нанотрубки), двовимірні (наноплівки) та тривимірні (об’ємні матеріали). Вони мають унікальні оптичні, магнітні, електричні, теплові та біологічні властивості, що забезпечує їх широке використання в біомедичній діагностиці, зокрема *in vitro*. Найчастіше застосовують квантові точки, наночастинки золота, магнітні наночастинки, вуглецеві нанотрубки, оксид графену та нанодроти – для візуалізації, біосенсорів, МРТ і ПЕТ, а також доставки ліків. Для зменшення цитотоксичності й підвищення стабільності їх інкапсулюють в інертні оболонки (SiO2, поліетиленгліколь), що забезпечує біосумісність без втрати властивостей.

Характеристики цих матеріалів (діаметри, ключові властивості, сфери застосування та обмеження) узагальнено в таблиці 1.

Використання наноматеріалів у діагностиці дозволяє досягати фемтомолярного рівня чутливості під час виявлення біомаркерів, зокрема PSA або ctDNA [1]. Це зумовлено їхніми фізико-хімічними властивостями (табл. 1), що гарантують високу специфічність і таргетну взаємодію з біомолекулами. У зв’язку з цим сучасні дослідження спрямовані на створення чутливих біосенсорів і систем молекулярної діагностики для аналізу біологічних рідин, покращення методів візуалізації із застосуванням наночастинок як контрастних агентів для МРТ і ПЕТ та флуоресцентного маркування з адресним накопиченням у тканинах. Окрему увагу приділяють поєднанню діагностики й терапії, зокрема у фотодинамічних підходах, а також розвитку раннього виявлення хвороб і профілактики, що сприяє підвищенню ефективності лікування та зменшенню потреби у складних втручаннях [2].

Таблиця 1 – Порівняння наноматеріалів.

Класифікація	Діаметри	Властивості/переваги	Застосування	Обмеження/недоліки
Квантові точки (КТ)	2–10 нм	Широкий спектр поглинання, вузька оптична смуга, чудова фотоелектрична стабільність; висока проникаюча здатність у біологічних середовищах, чудові оптичні властивості.	Багатокольорова та високостабільна флуоресцентна візуалізація, системи доставки ліків.	Висока швидкість гасіння світла, чутливість до pH, широкий спектр випромінювання, труднощі з розчиненням у розчині, токсичність тощо.
Наночастинки золота (AuNPs)	1–100 нм	Поверхневий плазмонний резонанс, посилення ефекту Рамана, спектральне поглинання ближнього інфрачервоного діапазону; підходить для фотодинамічної терапії, велика площа поверхні.	Лікування раку, агенти візуалізації, засоби доставки ліків та абсорбційні нагрівальні агенти, клітинна візуалізація та терапія.	Низька чутливість виявлення; низька специфічність термотерапії, дороге комерційне виробництво, небіорозкладність тощо.
Магнітні наночастинки (МНЧ)	2–20 нм	Магнітна чутливість та суперпарамагнетизм; легке виведення з організму, механічна та хімічна стабільність, однорідність розміру.	Біомаркери та біосенсори, МРТ, ПЕТ, флуоресцентна візуалізація, відновлення тканин, носії ліків, діагностика та терапія захворювань.	Висока вартість, низька магнітна термічна ефективність, токсичність, низька біосумісність та елімінація, складність спрямування наночастинок молекулярної маси (НЧ) до потрібної тканини за відсутності магнітного поля тощо.
Вуглецеві нанотрубки (ВНТ)	0,2–100 нм	Висока електро- та теплопровідність; висока міцність, жорсткість та еластичність.	Штучні кістки та суглоби, біосенсори, біовізуалізація та системи доставки ліків.	Висока вартість, агрегація частинок, нестабільність в екстремальних умовах, потенційна токсичність, погана біосумісність та елімінація тощо.
Оксид графену (GO)	Від десятків нанометрів до десятків мікрометрів	Висока електро- та теплопровідність; висока питома поверхня та чудова біосумісність.	Медичні прилади, біосенсорика, біовізуалізація та системи доставки ліків.	Висока вартість, агрегація частинок, потенційна токсичність, складність обробки, нестабільність за жорстких температур, низька біосумісність та елімінація тощо.

Нанодроти (НД)	1–100 нм	Висока питома поверхня та чудові електрохімічні властивості.	Біосенсори та біомаркери, системи доставки ліків.	Висока вартість, потенційна токсичність, низька стабільність, труднощі з обробкою тощо.

Таким чином, наноматеріали є основою сучасної точної та таргетної діагностики, а дослідження спрямовані на розширення їх практичного використання. Вони дають змогу виявляти біомаркери на молекулярному рівні з дуже високою чутливістю, що відкриває можливості для раннього виявлення онкологічних, інфекційних і серцево судинних захворювань [3].

Одним із провідних напрямів є Point-of-Care-діагностика, яка базується на портативних пристроях для швидкого аналізу без лабораторій. Завдяки наноматеріалам у таких системах посилюються оптичні, електрохімічні та магнітні сигнали, що дозволяє фіксувати навіть окремі молекули у біологічних зразках і робить діагностику доступнішою та швидшою [4].

Важливим продовженням розвитку діагностичних технологій є мультимодальна візуалізація, де наночастинки застосовують у поєднаних методах, зокрема PET CT, PET MRI та SPECT. Це підвищує точність і специфічність виявлення пухлин і судинних змін, дозволяючи одночасно оцінювати структуру й функції уражених тканин [5].

Паралельно активно розвиваються наносенсорні системи на основі золота і срібла, квантових точок, магнітних наночастинок та вуглецевих нанотрубок. Взаємодія з ДНК, білками чи вірусами змінює їхні фізико хімічні властивості, що дозволяє виявляти генетичні порушення, інфекції й токсини у компактних мікрочіпах [6].

Подальший розвиток пов’язаний із тераностикою, де наночастинки поєднують діагностику і адресне лікування. Інтеграція штучного інтелекту дає змогу персоналізувати терапію та підвищити її ефективність завдяки точному прогнозуванню [7]. Зокрема, алгоритми машинного навчання (Machine Learning) використовуються для автоматизованої інтерпретації складних спектральних даних від наносенсорів, що дозволяє виявляти патологічні зміни на стадіях, недоступних для візуального аналізу людиною. Зазначені технологічні тренди базуються на функціональних можливостях наноматеріалів і визначають ключові перспективи сучасної медицини.

Реалізація потенціалу наносенсорів і тераностичних систем безпосередньо залежить від технології їхнього виготовлення. Цей процес є багатоступеневим і включає синтез, функціоналізацію поверхні та об'єднання наноструктур у завершені сенсорні пристрої [8]. Такий підхід дозволяє трансформувати унікальні властивості наноматеріалів в ефективні засоби медичної діагностики.

Першим етапом є синтез наноструктур, що реалізується двома основними підходами: «зверху вниз» і «знизу вгору». У першому випадку застосовують методи мікрофабрикації, зокрема літографію та травлення, що дозволяє формувати нанонитки з заданими параметрами. Другий підхід базується на рості структур із атомів або молекул, наприклад за VLS механізмом, який забезпечує

утворення нанониток із великим відношенням довжини до діаметра, що підвищує чутливість сенсорів. Обидві стратегії дають змогу точно контролювати розміри та морфологію наноматеріалів.

Наступним важливим етапом є функціоналізація поверхні, яка забезпечує вибірковість до певного аналіту. Для цього використовують антитіла, ДНК або інші біомолекули, а також фізичні й хімічні методи модифікації, що підвищують стабільність і чутливість сенсорів [9]. Саме цей етап забезпечує здатність наносенсорів вибірково взаємодіяти з біомаркерами, про які йшлося в попередньому розділі.

Завершальною стадією є інтеграція наноелементів у мікрочіпи або портативні пристрої з електронними системами реєстрації сигналу, що дозволяє реалізувати концепції Point-of-Care-діагностики. Після цього проводять калібрування та перевірку в реальних біологічних зразках відповідно до міжнародних стандартів, зокрема ISO [8]. У результаті формується цілісна діагностична система, що поєднує матеріалознавчі, біохімічні та інженерні рішення.

Практичне застосування таких технологій уже охоплює різні галузі медицини. В онкології їх використовують для покращення візуалізації та у фотодинамічній терапії, у кардіології для відновлення тканин після інфаркту, в офтальмології для адресної доставки препаратів. Також наноматеріали широко застосовують у біосенсорах і молекулярній діагностиці для точного виявлення біомаркерів, а магнітні нанокомпозити допомагають покращити якість діагностичної візуалізації.

Отже, процес від синтезу до клінічного використання формує єдиний технологічний ланцюг, що підкреслює значний потенціал наноматеріалів у сучасній діагностиці та тераностиці [10].

Висновок. У роботі узагальнено сучасні підходи до використання наноматеріалів у медичній діагностиці та окреслено основні напрями розвитку інноваційних діагностичних технологій. Розглянуто класифікацію наноматеріалів, їх ключові фізико-хімічні властивості та сфери застосування в біосенсорних системах, методах молекулярної візуалізації та Point-of-Care-діагностиці.

Показано, що унікальні властивості наноматеріалів створюють передумови для підвищення чутливості, специфічності та швидкості аналізу, а також для поєднання діагностики й терапії в межах тераностичних підходів. Окрему увагу приділено технологічним аспектам синтезу, функціоналізації та інтеграції наноструктур у сучасні діагностичні платформи.

Таким чином, наноматеріали розглядаються як перспективна основа розвитку високоточних і персоналізованих методів медичної діагностики, що відкриває широкі можливості для подальших досліджень і впровадження інноваційних рішень у клінічну практику. Економічний ефект від широкого впровадження нанодіагностичних систем полягає у суттєвому зниженні вартості лікування за рахунок раннього виявлення захворювань (зокрема онкологічних), що мінімізує потребу у дороговартісних хірургічних втручаннях та тривалій госпіталізації.

Перелік посилань

1. Classification and applications of nanomaterials in vitro diagnosis. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11168482/
2. Наномедицина проти раку: новітні досягнення та методи [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://innovacia.com.ua/media/nanomedicina-proti-raku-novitni-dosyagnennya-ta-metodi/
3. Нанотехнології у діагностиці: точність, яка змінює медицину. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://medilab.km.ua/nanotehnologiyi-u-diagnostytsi-tochnist-yaka-zminyuye-medytsynu/
4. Emerging trends in nanomaterial design for the development of point-of-care platforms and practical applications. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0731708523003928
5. Advancements in nanotechnology for diagnostics: a literature review, part II: advanced techniques in nuclear and optical imaging. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11730800/
6. Нанодіагностика. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/7295/nanodiagnostika
7. A review of emerging trends in nanomaterial-driven AI for biomedical applications. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/na/d5na00032g
8. Наносенсор. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80
9. Сенсори на основі нанорозмірних кремнієвих 1D структур для промислового, екологічного та медичного моніторингу. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/48d0d3b1-2e02-479a-996e-38c79f7c1cad/content
10. Нанотехнології в медицині: Прорив у лікуванні та діагностиці [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.euromed-f.com/uk/news/nanotehnologii-v-meditsine-proryv-v-lechenii-i-diagnostike/

АНАЛІЗ БІОМЕХАНІЧНИХ ЧИННИКІВ ТА КРИТЕРІЇВ БІОСУМІСНОСТІ МАТЕРІАЛІВ У СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ НЕЙРОПРОТЕЗУВАННЯ

НТУ« Дніпропетровська політехніка»

Заморена Ніна Вікторівна, група 163-23-1
***Науковий керівник:* д.філ, доц. Слупська Юлія Сергіївна**

Створення нейропротезів - це міждисциплінарна галузь, що охоплює біомеханіку, нейроінформатику та матеріалознавство. Нейропротезування не лише імітує анатомічну форму, а й забезпечує взаємодію з периферичною нервовою системою для керування рухами. Для цього необхідно точно враховувати механічні навантаження та добирати біосумісні, довговічні матеріали. Критично важливо забезпечити стабільний і безпечний контакт з біологічними тканинами без ризику відторгнення. Функціональна ефективність нейропротезів визначається точністю передавання сигналів і надійністю експлуатації [1, с. 1].

Мета роботи – оцінити біомеханічні та біосумісні вимоги до нейропротезів, проаналізувати властивості матеріалів та вплив анатомічного середовища на ефективність нейроінтерфейсів.

Важливим біомеханічним аспектом нейропротезів є їхня здатність адаптуватися до фізичної активності та ефективно функціонувати в межах людської анатомії.

В Таблиця 1 продемонстровано основні вимоги до механічних, адаптивних та динамічних характеристик, зокрема: жорсткість, еластичність, міцність, тертя, рухова адаптивність, механічна сиабільність, кінематична точність, швидкість реакції та амортизація [2, с. 89].

Визначення біомеханічних характеристик нейропротезів починається з аналізу рухів здорової кінцівки: вимірюються кінематичні та динамічні параметри за допомогою систем захоплення руху, платформ сили та електроміографії. На основі цих даних формуються критерії ефективності - стабільність, точність, швидкість реакції тощо. Далі створюються віртуальні моделі, які проходять комп'ютерний аналіз навантажень і взаємодії з тканинами. Завершальний етап - прототипування та випробування, що дозволяють адаптувати протез до фізіології користувача та забезпечити його ефективність [3, с. 388].

Важливим аспектом виступає вивчення матеріалів, що використовуються в створенні нейропротезів, їх вплив на організм, гарантія безпеки і можливість уникнути токсичності та алергічних реакцій.

Біосумісність є головною умовою стабільної інтеграції нейропротеза з нервовою тканиною, запобігаючи гліальному рубцюванню, корозії або фіброзній ізоляції електродів, що може порушити передачу сигналу. Застосування біоінертних і електропровідних матеріалів забезпечує довговічність та ефективність нейроінтерфейсу пристрою [4, с. 12].

Таблиця 1 – Біомеханічні аспекти нейропротезів

Механічні властивості матеріалів	**Взаємодія з біологічними тканинами**	**Динамічні характеристики**
Жорсткість. Точна передача рухових зусиль без деформацій	Адаптація до рухів. Забезпечує синхронність протезу з природною моторикою	Кінематична точність. Дозволяє точно відтворювати траєкторії рухів
Еластичність. Забезпечує адаптацію до природних рухів тіла	Мінімізація тертя. Знижує ризик подразнення та пошкодження м'яких тканин	Амортизація. Пом'якшує удари та знижує навантаження на суглоби й тканини
Міцність на розтяг. Визначає здатність протезу витримувати динамічні навантаження без пошкоджень	Механічна стабільність. Гарантує надійне кріплення та стійкість під час тривалого використання	Швидкість реакції. Забезпечує оперативну реакцію на сигнали для плавного та контрольованого руху

Враховуючи ці фактори, не менш важливими є фізико-механічні та електрофізіологічні характеристики матеріалів, що безпосередньо контактують з біологічними тканинами. Жорсткість, еластичність, електропровідність та структурна стабільність матеріалів визначають ступінь їх відповідності до механіки живих тканин, зокрема нервової. Невідповідність у цих параметрах може призвести до запальних реакцій, утворення фіброзних капсул або деградації сигналу між протезом і нервовими структурами [5, с. 1].

У таблиці 2 наведено ключові параметри матеріалів, що застосовуються в нейропротезуванні, зокрема: модуль Юнга, електропровідність, біосумісність, а також приклади їхнього реального використання у сенсорних платформах, покриттях електродів та гнучких інтерфейсах.

Вибір матеріалу має враховувати не лише електропровідність, а й узгоджені біомеханічні та біосумісні властивості, що визначають функціональність і тривалість роботи нейропротеза [6,7, с. 1,].

Ці пристрої використовуються для заміни або відновлення функцій нервової системи і застосовуються у різних випадках, наприклад: як стимулятори спинного мозку; рухові нейропротези, керовані мозком; нейрокомп'ютерні інтерфейси (НКІ); нервові направляючі канали; зорові або слухові нейропротези [8, с. 1].

Таблиця 2 – Властивості матеріалів для нейропротезів: механічні, електричні параметри та приклади використання

Матеріал	Модуль Юнга (КПа/ГПа)	Електропровідність	Рівень біосумісності	Застосування
SU-8 (епоксидний полімер/смола)	≈ 2.0 ГПа	Ізолятор: об'ємний опір ≈2.8×10^{16} Ω × см → ~3.6×10^{-17} S/cm	Помірна: вимагає покриття як (Parylene-C)	MEMS-підкладки, ізоляція сенсорів
PDMS (полідиметил-силоксан)	≈ 0.001-0.003 ГПа (1-3 МПа)	Ізолятор: ~2.5×10^{-13} S/m (~4×10^{13} Ω·м)	Висока: гнучкий, нетоксичний	Гнучкі оболонки, адаптація до тканини
Polyimide (полімер/клас пластмас)	≈ 3-4 ГПа	Ізолятор: <10^{-13}→10^{16} S/cm	Умовно біотолерантнй та потребує бар'єру	Підкладки електродів, стрічки
Parylene-C (конформне покриття)	≈ 1-4 ГПа	Ізолятор: ~10^{16}-10^{17} Ω·cm → ~10^{-16} S/cm	Висока: інертна, FDA-схвалена	Покриття електродів, бар'єр вологості
Титан (Ti, Grade 3-4)	≈105-116 ГПа	Провідний: ~2×10^{6} S/m	Відмінна: стандартний імплантат	Каркаси, масиви електродів
TiN (Titanium nitride)	≈ 250 ГПа (PVD-плівка)	~2×10^{5} S/m	Висока: надинизький імпеданс, стабільний	Покриття симуляційних електродів
PEDOT:PSS (емульсія)	≈ 0.001-0.01 ГПа (1-10 МПа)	Провідний: ~10-10^{3} S/m залежить від складу	Висока: знижує гліальну реакцію, стимулює нейрони	Покриття електродів, гідрогелі BCI
PEDOT:PSS+ CNT гідрогель	≈ 0.001 ГПа (1 КПа) 100 КПа	Провідний: ~323 S/m	Висока: покращена сумісність і сигнал-шум	М'які електроди для хронічних імплантів

Залежно від ділянки застосування, допустимий рівень нагріву протеза та теплове навантаження на тканини можуть суттєво відрізнятися. Біофізичні умови середовища (зокрема вологість, температурна провідність, кількість судин) суттєво впливають на допустиме теплове навантаження, а також на вимоги до механічної відповідності пристрою тканинам [9, с. 1].

Висновки. Грамотне нейропротезування потребує узгодження механічних і біосумісних властивостей матеріалів із фізіологією тканин. Електропровідність, жорсткість і теплові параметри впливають на стабільність сигналу та успішність біоінтеграції. Анатомічна зона імплантації, рівень васкуляризації й теплопровідність тканин визначають допустиме нагрівання та вимоги до протеза. Комплексний інженерно-біологічний підхід забезпечує ефективність та безпечну експлуатацію нейропротезів. Подальший розвиток пов'язаний із впровадженням матеріалів із керованою жорсткістю, покращеною біосумісністю та мінімальним тепловим впливом для кращої інтеграції з нервовою тканиною.

Перелік посилань

1. Техніка і технології. Нейропротезування. – 2025. – Електронний ресурс [Режим доступу] – https://lnk.ua/9BQLNm4ns

2. Литвиненко М. І., Рисована Л. М., Григорук В. В. та ін. Вплив біомеханіки на оптимізацію дизайну та функціональності протезів і ортезів.

2024. – 95 с. – Електронний ресурс [Режим доступу] – https://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/34825

3. Терещенко В. В., Вонсевич К. П. Системи розпізнавання рухів у біонічному протезуванні кінцівок. – Київ, 2020. – С. 340. – Електронний ресурс [Режим доступу] – https://ela.kpi.ua/handle/123456789/40030

4. Беспалова О. Я. Біоматеріали та біосумісність / О. Я. Беспалова. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с. – Електронний ресурс [Режим доступу] – https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41413

5. Нан Ву, Шу Ван, Ши Су, Хайчжоу Хуан, Гуанбінь Доу, Літао Сонце. Електродні матеріали для інтерфейсу «мозок-машина»: огляд. 2021. – Електронний ресурс. – [Режим доступу] – https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/inf2.12234

6. A Review of Organic and Inorganic Biomaterials for Neural Interfaces. Green, R.A., Lovell, N.H., Wallace, G.G., Poole-Warren, L.A. 2012. – 46 с. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4373558/?utm_source=chatgpt.com

7. Гутьєррес-Мартінес Хосефіна. Толедо-Пераль Сінтія. Меркадо-Гутьєррес Хорхе. Вера-Ернандес Артуро. Лейя-Салас Лоренцо. Нейропротези на основі мікро- та наносенсорів: систематичний огляд. 2020. – Електронний ресурс [Режим доступу] – https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/8865889

8. Ereifej ES, Shell CE, Schofield JS, Charkhkar H, Cuberovic I, Dorval AD, Graczyk EL, Kozai TDY, Otto KJ, Tyler DJ, Welle CG, Widge AS, Zariffa J, Moritz CT, Bourbeau DJ, Marasco PD. 2019. Електронний ресурс – [Режим доступу] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7875502/

9. Гюберт П., Тан Г., Сіфалакіс М. Порівняльний аналіз механізмів передачі енергії для нейронних імплантатів. 2023. – Електронний ресурс [Режим доступу]: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10825050/

НАНОМАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ КІСТКОВИХ ТКАНИН

НТУ «Дніпровська політехніка»

Лукін Антон Анатолійович, група 132-23-3
***Науковий керівник:* к.т.н., доц. Слупська Юлія Сергіївна**

Щороку у світі проводиться понад 2,2 млн операцій з пересадки кісткової тканини. Попри статус «золотого стандарту», аутотрансплантація має суттєві недоліки: дефіцит матеріалу, травматизацію донорської ділянки та ризик резорбції. Альтернативні синтетичні біоматеріали можуть провокувати інфекції та реакції на чужорідне тіло. Перспективним рішенням є наноінженерні частинки та тривимірні (3D) каркаси, що забезпечують контрольоване вивільнення ліків та стимулюють регенерацію кісткової тканини [1,2].

Наночастинки для стимулювання регенерації кісткової тканини поділяють на дві основні групи: біорозкладні (органічні) та нерозкладні (неорганічні) [2].

Органічні наночастинки високо цінуються у тканинній інженерії кісткової тканини завдяки їхній біосумісності, біорозкладності та можливості адаптації до різних медичних застосувань. В інженерії кісткової тканини органічні наночастинки зазвичай поділяють на синтетичні та природні полімери, кожен із яких має свої переваги та виклики.

Загалом, синтез синтетичних полімерних матеріалів відбувається шляхом контролю умов виробництва та модифікації фізико-хімічних властивостей відповідно до потреб, що дозволяє отримувати матеріали з широкими характеристиками та перевагами перед природними аналогами. Завдяки цьому синтетичні полімери мають значне застосування в інженерії кісткової тканини.

Синтетичні полімери, які найчастіше використовуються в біомедичних цілях, включають полі(α-гідроксіефіри), такі як полі(молочна кислота) (PLA), полі(пропіленфумарат) (PPF) та інші [2].

Полімолочна кислота (PLA) – один із найбільш перспективних біорозкладних полімерів. Її основна сировина – крохмаль, а кінцевими продуктами біодеградації є вуглекислий газ і вода, що не створює екологічних проблем. Після імплантації в організм вона викликає мінімальну запальну реакцію через повільну швидкість розкладу. Для прискорення деградації можна додавати гідрофільні компоненти або знижувати кристалічність матеріалу. Завдяки оптичній активності молочної кислоти існує три типи полімолочної кислоти, а їх пропорційне співвідношення дозволяє регулювати міцність і швидкість деградації матеріалу. PLA широко застосовується в інженерії тканин, зокрема для створення каркасів для регенерації кісток, хрящів, сухожиль, нервових та судинних тканин [2,3].

Полі(пропіленфумарат) (PPF) є рідким ін'єкційним матеріалом, який твердне після зшивання, що робить його перспективним для заповнення кісткових дефектів і контрольованої доставки лікарських засобів. Для тканинної інженерії PPF часто змішують із керамічними матеріалами, такими як гідроксиапатит або алюмооксан, щоб створити міцніші та більш біоактивні каркаси [2,3].

До органічних наночасток природного походження відносяться хітозан, колаген та інші.

Хітозан отримують шляхом деацетилювання хітину. Його добувають переважно з ракоподібних, таких як креветки та краби. Хітозан широко досліджується як перспективний матеріал у тканинній інженерії завдяки своїй біосумісності, біорозкладності та антимікробним властивостям. Він демонструє високу біосумісність із тканинами, біологічно розкладається, є нетоксичним і має антимікробні властивості [3].

Колаген – це група тваринних білків зі схожою структурою, яка є важливою складовою тканин людини. Завдяки цьому він добре підходить для відновлення та регенерації органів і тканин. Він широко застосовується в клінічній медицині, особливо в пластичній хірургії та медичній косметології [3].

Неорганічні наночастинки, зокрема керамічні, вуглецеві та металеві, мають значний потенціал у регенерації кісткової тканини завдяки своїй біосумісності та високій механічній стабільності [2].

Керамічні наночастинки (КНЧ) стають перспективними носіями для доставки лікарських речовин, головним чином завдяки своїм малим розмірам (<50 нм) і фізико-хімічним властивостям. До них належать частинки на основі оксиду заліза, кремнезему та інших неорганічних сполук. Найчастіше використовуваними наночастинками для створення нанонесіїв є оксид алюмінію (Al_2O_3) та діоксид титану (TiO_2). Ці наночастинки не піддаються набуханню або зміні пористості під впливом pH [4].

Наночастинки металів - зокрема золота, срібла, міді, заліза, алюмінію, нікелю, цирконію та магнітних матеріалів -відіграють ключову роль у інженерії кісткової тканини (ВТЕ). Срібні й мідні наночастинки мають потужні антибактеріальні властивості. Золоті та мідні наночастинки стимулюють остеогенну диференціацію стовбурових клітин і проліферацію, сприяючи відновленню кісток. Цирконієві й алюмінієві наночастинки зміцнюють каркаси, забезпечуючи їхню міцність і довговічність. Деякі наночастинки також використовуються для контрольованої доставки ліків безпосередньо до зони регенерації, підвищуючи ефективність терапії [2].

Вуглецеві наночастинки стають перспективними агентами у сфері регенерації кісткової тканини завдяки своїм унікальним фізико-хімічним властивостям. Їхня висока площа поверхні, біосумісність і здатність сприяти клітинній взаємодії, що забезпечує їх ефективність у стимуляції остеогенезу.

Ці наночастинки, до яких належать графен, вуглецеві нанотрубки та фулерени, демонструють здатність стимулювати диференціацію стовбурових клітин і формування кісткової тканини. Останні дослідження підтверджують їхню ефективність у доставці остеоіндуктивних агентів і створенні каркасів для росту кістки [2].

Перелік посиалнь

1. Nanotechnology in bone tissue engineering [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4476906/#S1

2. Nanoparticles in Bone Regeneration: A Narrative Review of Current Advances and Future Directions in Tissue Engineering [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2079-4983/15/9/241

3. Biodegradable Polymers in Biomedical Applications: A Review—Developments, Perspectives and Future Challenges [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10707259/#sec1-ijms-24-16952

4. Nanoparticles as Delivery Systems in Cancer Therapy [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/ceramic-nanoparticles

НАНОПРИСТРОЇ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Монахова Катерина Василівна, група 163-23-1
***Науковий керівник:* Слупська Юлія Сергіївна доктор філософії, доцент**

Нанотехнології є одним із ключових напрямів розвитку сучасної медицини, що дозволяє підвищити ефективність діагностики та лікування. Наномедицина є міждисциплінарним напрямом, що поєднує нанотехнології та медицину для створення нових методів діагностики і терапії. Застосування наноматеріалів у біологічних системах створює унікальні можливості для точного та цілеспрямованого впливу на клітинний рівень, відкриваючи нові перспективи у боротьбі зі складними захворюваннями.

Метою даної роботи є огляд використання нанотехнологій у медицині та їх впливу на біологічні системи.

Наномедицина. Наноматеріали характеризуються специфічними фізичними, оптичними, каталітичними та електричними властивостями, які змінюються на нанорівні. Ці властивості суттєво відрізняються від властивостей масивних матеріалів. Нанотехнології широко застосовуються у медицині, зокрема в діагностиці, терапії та створенні медичних пристроїв [1].

При введенні в біологічні системи наноматеріали можуть виконувати функції векторів доставки лікарських засобів і біологічних зондів для діагностики та візуалізації [2].

Зі зменшенням розміру матеріалу співвідношення площі поверхні до об’єму різко зростає, що підвищує його хімічну активність і взаємодію з біомолекулами. Це зумовлює активний розвиток нанотехнологій у медицині, зокрема проведення клінічних випробувань наноматеріалів для терапії та медичних пристроїв. Наномедицина спрямована на створення матеріалів для контролю, відновлення, захисту й терапевтичного посилення біологічних систем із використанням наноінженерних структур розміром від 1 до кількох сотень нанометрів [3].

Наносистеми доставки лікарських засобів забезпечують транспортування препаратів як до поверхні клітин, так і всередину клітин. Таким чином, наносистеми доставки ліків можуть не лише доставляти інкапсульовані або прищеплені хіміотерапевтичні препарати, але й транспортувати їх у клітинні структури після внутрішньоклітинного проникнення. Такі системи можуть бути функціоналізовані антитілами та іншими молекулами для підвищення цільової доставки [4].

Наразі у світі проходять клінічні випробування лише два сімейства терапевтичних нанофармацевтичних препаратів:наночастинки альбуміну та ліпосоми. Нанотехнології надають різні засоби для вибіркової доставки терапевтичних агентів до хворих клітин і тканин, наприклад, при запаленні та раку. Поведінка наноматеріалів базується на двох підходах: пасивному таргетуванні та активному таргетуванні. Пасивне таргетування ґрунтується підвищеній проникності та утриманні та утриманні. Завдяки невеликому розміру та різним пове-

рхневим властивостям наноматеріали можуть просочуватися крізь стінку судини в тканину [5].

З іншого боку, в підходах активного таргетування функціональні молекули наноматеріалів можуть зв'язуватися зі специфічними клітинними рецепторами та забезпечувати цілеспрямовану доставку. Поєднання пасивного та активного таргетування підвищує ефективність терапії та дозволяє зменшити дозу лікарських засобів [6].

Наноматеріали також досліджуються в рамках регенеративної медицини. Регенеративна медицина спрямована на відновлення або заміну пошкоджених тканин і органів. Основна мета регенеративної медицини на основі нанотехнологій-зробити доступною економічно ефективну, зручну для користувача регенерацію тканин in situ для лікування захворювань [7].

Перенесення генів за допомогою наноматеріалів для використання стовбурових клітин відіграє важливу роль у розкритті потенціалу регенеративної медицини. Увага зосереджена на використанні здатності стовбурових клітин до самовідновлення [3,8].

Нанотехнології обіцяють стати чудовим інструментом для розробки різноманітних структур і матеріалів, що імітують біологічні, а також забезпечення ефективних систем доставки. Застосування нанотехнологій у цій галузі є широкою темою. Сюди входить виробництво різних унікальних матеріалів, таких як наночастинки, наноструктури і каркаси для тканинної інженерії [9-11].

Наномедичні імплантати. Нанотехнології використовуються у створенні сучасних діагностичних пристроїв, включаючи ендоскопічні системи та капсульні датчики. Моніторинг і спостереження за циркулюючими молекулами є важливим для деяких хронічних захворювань, таких як СНІД і діабет. Різноманітні наносенсори забезпечують отримання оперативних даних для медичного персоналу. Нанорозмірні об'єкти також можуть виявляти дефекти і патології, що дозволяє діагностувати та коригувати патології органів зору на ранніх стадіях [12].

Імплантовані пристрої доставки ліків (DDD) можуть отримати вигоду від нанотехнологій. Нанотехнології дозволяють виготовляти і проектувати ультра компактні пристрої (насоси,резервуари,приводи) для точного і цілеспрямованого вивільнення ліків. Ці пристрої доставки ліків (DDD) можна вводити в організм і навіть у мозок завдяки їхній малій в'язкості та мінімально інвазивній природі [13].

Нанобіотехнології сприяють створенню пристроїв для виявлення та відстеження біомаркерів захворювань, що забезпечує розвиток методів візуалізації. Поєднання діагностики in vitro та візуалізації in vivo з використанням наночастинок дозволяє цілеспрямовано знищувати уражені клітини. Функціоналізовані наночастинки дають змогу здійснювати локальний вплив (in situ) під дією зовнішніх стимулів (магнітні поля, лазер, мікрохвилі) без шкоди для організму [14].

Терапевтичні підходи поєднують діагностику й лікування: візуалізація використовується для відстеження доставки ліків і може активувати їх вивіль-

нення під дією зовнішніх факторів, таких як температура, лазерне світло та ультразвук [15].

Висновок. Нанотехнології є перспективним напрямом розвитку медицини, що дозволяє підвищити точність діагностики, ефективність доставки лікарських засобів та розробку нових терапевтичних підходів. Основні виклики пов'язані з біобезпекою, транспортом наночастинок у біологічних системах та їх клінічним застосуванням.

Перелік посилань

1. Webster TJ, Waid MC, McKenzie JL *et al.* Nano-biotechnology: carbon nanofibres as improved neural and orthopaedic implants. *Nanotechnology.* 15, 48 (2003).
2. Umemura K. Hybrids of nucleic acids and carbon nanotubes for nanobiotechnology. *Nanomaterials.* 5, 321–350 (2015).
3. Nikalje A. Nanotechnology and its applications in medicine. *Med. Chem.* 5, 081–089 (2015).
4. Roco MC. The long view of nanotechnology development: the National Nanotechnology Initiative at 10 years. Springer (2011).
5. Weissig V, Guzman-Villanueva D. Nanopharmaceuticals (part 2): products in the pipeline. *Int. J. Nanomed.* 10, 1245 (2015).
6. Li J, Wang Y, Liang R *et al.* Recent advances in targeted nanoparticles drug delivery to melanoma. *Nanomed. Nanotechnol. Bio. Med.* 11(3), 769–794 (2015).
7. Weissig V, Pettinger TK, Murdock N. Nanopharmaceuticals (part 1): products on the market. *Intl. J. Nanomed*. 9, 4357 (2014).
8. Tomalia DA. Interview: An architectural journey: from trees, dendrons/dendrimers to nanomedicine. *Nanomedicine.* 7(7), 953–956 (2012).
9. Duncan R, Gaspar R. Nanomedicine (s) under the microscope. *Mol. Pharm.* 8(6), 2101–2141 (2011).
10. Ge Y, Li S, Wang S *et al.* Nanomedicine: Principles and perspectives. Springer (2014).
11. Singh RK, Kim HW. Inorganic nanobiomaterial drug carriers for medicine. *J. Tissue. Eng. Regen. Med.* 10 (6), 296–309 (2013).
12. Marom O, Nakhoul F, Tisch U *et al.* Gold nanoparticle sensors for detecting chronic kidney disease and disease progression. *Nanomedicine.* 7 (5), 639–650 (2012).
13. . Xu X, Ho W, Zhang X *et al.* Cancer nanomedicine: from targeted delivery to combination therapy. *Trends. Mol. Med.* 21 (4), 223–232 (2015).
14. Anchordoquy TJ. Mechanisms and barriers in cancer nanomedicine: addressing challenges, looking for solutions. ACS Publications (2017).
15. Zhou Q, Zhang L, Wu H. Nanomaterials for Cancer therapies. *Nanotechnol. Rev.* (2017).

ВПЛИВ МІКРОСТРУКТУРНИХ ДЕФЕКТІВ НА ВТОМНЕ РУЙНУВАННЯ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ІМПЛАНТАТІВ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕМ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Монахова Катерина Василівна, група 163-23-1
Науковий керівник: **Слупська Юлія Сергіївна доктор філософії, доцент**

Експлуатаційна надійність стоматологічних імплантатів у біомедичних системах значною мірою визначається станом їхньої мікроструктури, оскільки саме внутрішні та поверхневі дефекти стають першопричиною втомного руйнування під дією циклічних жувальних навантажень. Розуміння механізмів впливу цих недосконалостей є фундаментом для прогнозування довговічності конструкцій та вдосконалення технологій їх виробництва. Серед основних типів мікроструктурних аномалій, що формуються на етапах синтезу матеріалу або механічної обробки, особливу небезпеку становлять пори, неметалеві включення, неоднорідні фазові межі та мікротріщини. Кожен із цих дефектів виступає концентратором механічних напружень, створюючи критичні зони концентрації, де ініціюється процес зародження втомних тріщин. Найбільш критичний вплив мають пори, які виникають внаслідок неповного спікання порошкових матеріалів або термічної усадки. Вони не лише зменшують ефективну площу робочого перерізу імплантату, а й слугують постійними осередками накопичення напружень, що призводить до ініціації тріщин навіть за умов відносно низького навантаження [1].

Процес руйнування також тісно пов'язаний з параметрами зернистості матеріалу та станом залишкових напружень на поверхні виробу. Відомо, що дрібнозерниста структура сприяє зміцненню матеріалу та підвищує його опір втомі, тоді як крупнозерниста будова діє навпаки. Важливим фактором є і фінішна обробка: розтягуючі залишкові напруження, що виникають після шліфування, призводять до зниження втомної міцності, тоді як спеціально створені стискаючі напруження дозволяють суттєво загальмувати ріст мікротріщин [2]. Для забезпечення довговічності необхідно мінімізувати кількість дефектів шляхом суворого контролю технологічних процесів та застосування методів поверхневого зміцнення.

Для глибокого вивчення цих деструктивних процесів та верифікації мікроструктурних змін найефективнішим інструментом є растрова електронна мікроскопія (РЕМ). Цей метод аналізу дозволяє отримати надзвичайно високу роздільну здатність і детальну візуалізацію поверхні імплантатів після дії циклічних випробувань. Методика дослідження починається з ретельної підготовки зразків, яка включає багаторазову ультразвукову чистку та видалення біоорганічних забруднень, а також травлення оксидних плівок для оголення справжньої морфології матеріалу. Безпосереднє дослідження проводиться у вакуумній камері під дією електронного пучка високої енергії, такі як втомні смуги (striation patterns), пори та неоднорідності. Під час мікроскопічного аналізу фахівці використовують комбінацію різних режимів, де реєстрація вторинних еле-

ктронів допомагає вивчити топографію та рельєф поверхні у пошуках мікротріщин, а режим зворотних електронів дозволяє виявити приховані внутрішні неоднорідності або фазові розшарування. Додаткове застосування енергетично-дисперсійної спектроскопії (EDS) дає можливість провести точний хімічний аналіз у зонах руйнування, що допомагає встановити роль корозійного фактора у процесі втоми. Особлива увага приділяється геометрично складним ділянкам імплантату - зонам різьби, переходам діаметрів та області з'єднання з абатментом, оскільки саме там найчастіше фіксуються перші ознаки деградації матеріалу [3-5]. Таким чином, комплексне використання РЕМ у поєднанні з аналізом впливу мікродефектів дозволяє розробляти науково обґрунтовані рекомендації щодо підвищення надійності стоматологічних конструкцій у реальних клінічних умовах.

Висновок. Аналіз свідчить, що експлуатаційна надійність стоматологічних імплантатів безпосередньо залежить від стану їхньої мікроструктури, де внутрішні та поверхневі дефекти, такі як пори та мікротріщини, виступають головними ініціаторами втомного руйнування. Оскільки ці недосконалості стають центрами концентрації напружень під дією циклічних навантажень, критично важливим є контроль зернистості матеріалу та формування сприятливих стискаючих залишкових напружень на етапі фінішної обробки. Застосування растрової електронної мікроскопії у поєднанні з енергетично-дисперсійною спектроскопією дозволяє не лише детально верифікувати морфологію деградації в геометрично складних зонах, а й встановити причини зниження міцності, що є фундаментальною умовою для вдосконалення технологій виробництва та прогнозування довговічності конструкцій у реальних клінічних умовах.

Перелік посилань

1. Перехрестов В. І. Практичні методи електронної мікроскопії: навч. посібник. Суми: Сумський державний університет, 2014. – 241с.
2. Антонюк В. С., Тимчик Г.С., Бондаренко Ю. Ю. Методи та засоби мікроскопії: Київ: НТУУ «КПІ», 2013. – 336 с.
3. Слупська Ю.С. (2021). Особливості моделювання процесів формування структури в зварних з'єднаннях низьковуглецевих низьколегованих сталей: дис. Доктора філософії: 132 / Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». Дніпро.
4. Фетісов, В. С. (2018). Пакет статистичного аналізу даних STATISTICA. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя
5. Моделі та методи соціально-економічного прогнозування : підручник / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк та ін. – Х. : ВД "ІНЖЕК", 2005. 396 с

СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ БІОСЕНСОРІВ НА ОСНОВІ НАНОМАТЕРІАЛІВ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Петришин Тимофій Дмитрович, група 132-24-2
***Науковий керівник:* PhD, доц., Слупська Ю. С.**

Сучасна медицина активно переходить до концепції безперервного моніторингу стану здоров'я людини. Замість періодичних обстежень у лікарні все більшого поширення набувають портативні медичні пристрої, які здатні постійно відстежувати фізіологічні параметри організму. Такі системи можуть бути представлені у вигляді переносних сенсорів, розумних пластирів або «wearable-пристрої» гаджетів, що дозволяють контролювати стан пацієнта 24 години на добу [1].

Ключову роль у розвитку таких технологій відіграють наноматеріали. Завдяки надзвичайно малим розмірам (порядку нанометрів) вони мають унікальні фізичні, електричні та хімічні властивості. Наноматеріали здатні значно підвищити чутливість сенсорів, забезпечити швидке виявлення навіть дуже малих концентрацій біологічних молекул, а також зменшити розміри самих пристроїв. Саме тому використання наноматеріалів є одним із ключових напрямків розвитку сучасних медичних сенсорних систем [2].

Метою даної доповіді є аналіз основних типів наноматеріалів для медичних сенсорів та напрямів застосування сенсорів на основі наноматеріалів.

Основні типи наноматеріалів для медичних сенсорів. Одними з найбільш перспективних наноматеріалів для сенсорних пристроїв є вуглецеві наноструктури, зокрема вуглецеві нанотрубки та графен [3]. Ці матеріали характеризуються високою електропровідністю, великою питомою поверхнею та високою хімічною стабільністю. Завдяки цим властивостям вони широко застосовуються у біосенсорах для виявлення різних біомолекул. Наприклад, сенсори на основі графену здатні реагувати на наявність глюкози, гормонів або білків навіть у дуже низьких концентраціях. Висока чутливість пояснюється тим, що навіть взаємодія однієї молекули з поверхнею наноматеріалу може призводити до помітної зміни електричних характеристик сенсора [4].

Іншою важливою групою матеріалів є металеві наночастинки, зокрема наночастинки золота та срібла. Вони широко застосовуються у біомедичних тест-системах завдяки своїм оптичним властивостям [5]. Такі наночастинки здатні змінювати колір або спектральні характеристики при взаємодії з певними біологічними молекулами. Саме ця властивість використовується у багатьох експрес-тестах, наприклад у тестах на вірусні інфекції або визначення вагітності.

У медичних сенсорах наночастинки золота часто застосовують для підвищення точності аналізу та швидкості отримання результату.

До перспективних напрямків належить також використання нанокомпозитів. Нанокомпозити являють собою матеріали, що складаються з полімерної матриці та наночастинок різної природи. Поєднання цих компонентів дозволяє

отримати матеріали з новими властивостями, зокрема високою гнучкістю, механічною міцністю та електропровідністю [5; 6]. Завдяки цьому нанокомпозити широко застосовуються для створення гнучких сенсорів, які можуть прикріплюватися безпосередньо до шкіри людини. Такі сенсори здатні повторювати форму тіла та забезпечувати стабільний контакт із поверхнею шкіри, що значно підвищує точність вимірювань.

Застосування сенсорів на основі наноматеріалів. Однією з найважливіших сфер застосування таких технологій є системи контролю рівня глюкози в крові. Для людей із цукровим діабетом постійний контроль цього показника має життєво важливе значення. Сучасні сенсори на основі наноматеріалів дозволяють створювати системи безперервного моніторингу глюкози, які працюють без необхідності частих проколів пальця. Такі пристрої можуть визначати концентрацію глюкози в міжклітинній рідині та передавати дані на мобільні пристрої або медичні системи [7].

Надзвичайно перспективним є створення біосенсорів для раннього виявлення онкологічних захворювань. Сенсори на основі наноматеріалів здатні визначати специфічні білки або інші біомаркери, які пов’язані з розвитком раку. Висока чутливість таких сенсорів дозволяє виявляти ці маркери на дуже ранніх стадіях захворювання, коли лікування є найбільш ефективним [8].

Динамічного розвитку набуває розробка інтелектуальних систем у формі «розумних пластирів» - гнучких сенсорних платформ, що адаптуються до рельєфу шкіри для безперервного моніторингу життєво важливих параметрів. Такі носійні пристрої дозволяють у режимі реального часу відстежувати температурні показники тіла, частоту пульсу, рівень оксигенації крові та біохімічний склад секрету потових залоз. Інтеграція з мобільними технологіями забезпечує оперативну передачу отриманих даних на смартфони, що відкриває нові можливості для ефективного дистанційного лікарського контролю за станом здоров'я пацієнта.

Висновок. Підсумовуючи зазначимо, що використання наноматеріалів у сенсорних пристроях відкриває нові можливості для розвитку сучасної медицини. Завдяки унікальним властивостям наноматеріали дозволяють створювати компактні, високочутливі та швидкодіючі сенсори для контролю різних фізіологічних параметрів. Такі технології сприяють переходу до персоналізованої медицини, у якій стан здоров’я людини може контролюватися постійно та практично непомітно для самого пацієнта. У перспективі розвиток наноматеріалів дозволить зробити медичні системи ще більш точними, доступними та інтегрованими у повсякденне життя людини.

Перелік посилань

1. Електронна система безперервного професійного розвитку. *Міністерство охорони здоров’я України : вебсайт.* 2025. URL: https://moz.gov.ua/uk/elektronna-sistema-bezperervnogo-profesijnogo-rozvitku.

2. Саломао А. Що таке наноматеріали і чому вони важливі? *Mind the Graph : вебсайт.* 02.23.2023. URL: https://surl.li/lfjipy.

3. Наноматеріали та їх використання у медичних виробах : навч. посіб. /

Авт.: Уварова І. В., Максименко В. Б., Ярмола Т. М. ; ММІФ НТУУ «КПІ». Київ: КИМ, 2013. 172 с. URL: http://www.materials.kiev.ua/science2.0/publications/edition.jsp?id=16.

4. Наноматеріали медичного призначення : кол. монографія / Авт.: Уварова І. В., Горбик П. П., Горобець С. В., Іващенко О. А., Ульянчич Н. В. Київ: Наукова думка, 2014. 416 с. URL: http://www.materials.kiev.ua/science2.0/publications/edition.jsp?id=14.

5. Наноматеріали. *Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» : вебсайт.* 24.03.2025. URL: https://compnano.kpi.ua/information/nanomaterialy-shcho-tse-take-vlastyvosti-vydy-zastosuvannia/.

6. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої / Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. Київ: «Інтерсервіс», 2015. 350 с. URL: https://gen.phys.knu.ua/files/nanomaterials_nanotech.pdf.

7. Bodilovska D. S. Clinical Applications of Biosensors Based on Field-Effect Transistors with Carbon Nanotubes or Nanowires. *Electronics and Communications*. 2013. Vol. 18. Iss. 2. P. 53–62. DOI: https://doi.org/10.20535/2312-1807.2013.18.2.181027.

8. Корейські вчені створили сенсор, що виявляє рак за 20 хвилин. *360UA.NEWS : вебсайт.* 24.03.2025. URL: https://umj.com.ua/uk/publikatsia-2588-nanotexnologii-nanomedicina-perspektivi-naukovix-doslidzhen-ta-vprovadzhennya-ix-rezultativ-u-medichnu-praktiku.

9. Umapathi K., Priya L., Fayek H. H. Smart patches for healthcare industry: a review of emerging technologies, challenges, and developmental opportunities. *Biomedical engineering online*. 2026. Vol. 25. Iss. 1. 23. DOI: https://doi.org/10.1186/s12938-025-01485-3.

ВПЛИВ РОЗМІРУ ТА ФОРМИ НАНОЧАСТИНОК НА ЇХ БІОАКТИВНІСТЬ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Пяткіна Злата Олександрівна, група 132-23-3
***Науковий керівник*: Слупська Ю.С., PhD., доцент кафедри механічної та біомедичної інженерії**

Коли матеріал переходить у нанорозмірний стан, його фізичні та хімічні властивості змінюються і саме ці зміни визначають його біоактивність.

Метою роботи є аналіз впливу розміру та форми наночастинок на механізми їх клітинного поглинання, біорозподіл та потенційну токсичність.

Взаємодія наночастинок з біологічним середовищем підпорядковується балансу вільної енергії. Головною причиною зростання реакційної здатності є збільшення питомої площі поверхні. Відповідно, при постійному зменшенні розміру частинки частка поверхневих атомів із некомпенсованими зв'язками стрімко зростає, що неминуче призводить до збільшення вільної поверхневої енергії. Біологічна система прагне мінімізувати цю надлишкову енергію через адсорбцію біомолекул або інтеграцію з клітинними мембранами.

Додатковим фактором, що визначає характер цієї взаємодії, є поверхневий заряд наночастинок, який впливає на електростатичну взаємодію з компонентами клітинної мембрани та білками біологічних рідин. Кількісною характеристикою поверхневого заряду є ζ-потенціал, який визначає колоїдну стабільність системи та інтенсивність електростатичних взаємодій з клітинними структурами.

Проникнення наночастинок у клітину відбувається шляхом їх захоплення клітинною мембраною, зокрема через рецептор-опосередкований ендоцитоз. Під час цього процесу мембрана клітини вигинається і утворює везикулу, яка переносить частинку всередину. Утворюється енергетичний баланс: з одного боку клітина витрачає енергію на деформацію своєї мембрани, з іншого - під час зв’язування молекул на поверхні наночастинки з рецепторами клітини виділяється енергія, яка частково компенсує ці витрати. Залежність цього енергетичного балансу від габаритів об'єкта є критичною.

Для наночастинок діаметром менше 20 нм кількість одночасно залучених рецепторів може бути недостатньою для стабільної ініціації процесу ендоцитозу. У такому випадку сумарна енергія, що вивільняється при зв’язуванні рецепторів, може бути недостатньою для повної компенсації енергетичних витрат клітини на формування мембранної везикули з високою кривизною. Як наслідок, ефективність рецептор-опосередкованого ендоцитозу таких дрібних об'єктів може знижуватися.

Навпаки, при значному збільшенні розміру (понад 100 нм) мембрана зазнає меншої локальної кривизни, однак збільшується площа контакту частинки з клітиною, що ускладнює координацію рецепторів і може лімітувати процес інтерналізації, проте процес починає лімітуватися дифузією: клітині потрібно стягнути рецептори з величезної ділянки мембрани, що призводить до їх лока-

льного дефіциту та різко уповільнює поглинання. Термодинамічний оптимум реалізується в середньому діапазоні.

В експериментальних дослідженнях золотих наночастинок максимальне клітинне поглинання спостерігалося для частинок розміром близько 50 нм, тоді як відхилення від цього значення супроводжувалося зниженням ефективності інтерналізації, що підтверджує виражену розмірну залежність процесу ендоцитозу [1]. Водночас оптимальний розмір може варіювати залежно від типу клітин, механізму ендоцитозу та фізико-хімічних властивостей поверхні частинок.

Зміна форми між ізотропною сферичною та анізотропною структурою трансформує механіку взаємодії. В анізотропних структурах (наностижні, нанодиски) локальна кривизна поверхні залежить від кута контакту частинки з мембраною. Якщо анізотропна частинка контактує з клітиною своїм заокругленим полюсом, радіус кривизни в цій точці є мінімальним, і мембрана порівняно легко ініціює обгортання. Однак, якщо контакт відбувається вздовж довгої осі стрижня, мембрана стикається з ділянкою фактично з нульовою кривизною. У цьому випадку енергія, необхідна для рівномірної деформації ліпідного бішару вздовж усієї довжини стрижня, значно зростає і може створювати суттєвий енергетичний бар'єр для завершення процесу обгортання. У результаті процес може не завершитися повним захопленням частинки, що проявляється явищем фрустрованого фагоцитозу. Таким чином, саме локальна геометрія в точці первинного контакту визначає можливість ініціації поглинання, а не лише загальний розмір частинки [2].

Також форма наночастинок впливає на їхню поведінку в кровотоці та біологічну активність. У ламінарному потоці частинки дископодібної або витягнутої форми здійснюють складні ротаційні рухи (орбіти Джеффрі), що сприяє їх зміщенню до стінок судин. Це явище, відоме як маргінація, підвищує ймовірність контакту та адгезії до ендотелію.

Форма також визначає характер формування «білкової корони». Наявність гострих граней або дуже малого радіуса кривизни ускладнює рівномірну адсорбцію білків плазми. Після цього білки можуть змінювати свою просторову структуру, що супроводжується відкриттям гідрофобних ділянок. Імунна система розпізнає такі змінені білки як сигнал ушкодження, що може запускати запальні реакції. Крім того, на ділянках з високою кривизною можлива локальна концентрація електронної густини, що сприяє перебігу окисно-відновних реакцій і розвитку оксидативного стресу в тканинах [3].

Біоактивність наноматеріалів безпосередньо залежить від їхніх розмірів і форми. Зміна розміру визначає, наскільки енергетично вигідним буде проникнення частинок через клітинну мембрану. Якщо розмір виходить за певні межі, процес транспорту ускладнюється або стає неефективним. Форма частинок, у свою чергу, впливає на характер їх взаємодії з клітинними структурами та біологічними середовищами, а також визначає їхню поведінку в потоці рідини, зокрема в кровотоці.

Отримані закономірності є критично важливими при розробці систем таргетної доставки лікарських препаратів, фототермічної терапії та нанодіагности-

чних платформ. Таким чином, біологічна відповідь на наноматеріали формується триєдністю параметрів: розмір – форма – поверхневі властивості.

Отже, раціональний контроль геометричних параметрів наночастинок є фундаментальною умовою створення ефективних та безпечних наномедичних систем.

Перелік посилань

1. Chithrani B.D., Ghazani A.A., Chan W.C.W. Determining the size and shape dependence of gold nanoparticle uptake into mammalian cells. Nano Letters. 2006;6(4):662–668.

2. Mitragotri S., Lahann J. Physical design rules for non-spherical colloidal particles. Nature Materials. 2009;8(1):15–23.

3. Nel A., Xia T., Mädler L., Li N. Toxic potential of materials at the nanolevel. Science. 2006;311(5761):622–627.

ВИБІР ШОВНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХІРУРГІЇ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Романець Марія Романівна, група 132-23-3
***Науковий керівник*: PhD., доц. Слупська Юлія Сергіївна**

Хірургічні шви залишаються найпоширенішим та найнадійнішим методом з'єднання тканин (шкіри та глибших шарів) для забезпечення первинного загоєння ран. Порівняно зі скобами чи клеями, вони гарантують вищу міцність на розрив та менший ризик розходження країв.

Мета роботи: аналіз типів і властивостей шовних матеріалів для ефективного їх застосування в медичних процедурах.

На сьогодні існує незліченна кількість варіантів шовних матеріалів. Однак, оскільки жоден з них не здатен ідеально поєднати абсолютну міцність, надійність вузлів, біоінертність та низьку вартість, хірургу необхідно досконало розуміти характеристики доступних ниток і голок. Грамотний вибір шва, адаптований до конкретної клінічної ситуації та стану рани, у поєднанні з правильною технікою виконання дозволяє мінімізувати ускладнення та забезпечити найкращий функціональний і естетичний результат [1, 2].

Основні вимоги до сучасного шовного матеріалу:

- міцність: здатність утримувати тканини до повноцінного формування рубця (або пожиттєво для нерозсмоктувальних ниток).
- біосумісність та безпека: відсутність токсичної, алергічної чи канцерогенної дії, а також стійкість до одного з видів стерилізації.
- атравматичність: гладка поверхня та рівномірний діаметр для проходження крізь тканини без їх пошкодження (на відміну від шорстких плетених ниток).
- еластичність: зручність у маніпуляціях, гнучкість та здатність формувати надійні вузли.
- прогнозована біодеградація: для розсмоктувальних матеріалів термін розпаду має чітко відповідати швидкості загоєння рани.
- доступність та специфічність: низька собівартість виготовлення та наявність чітких показань для застосування кожного типу нитки [2].

Успішне хірургічне втручання напряму залежить від вміння спеціаліста класифікувати ці характеристики та безпомилково обирати шовний матеріал.

Базова класифікація шовного матеріалу включає три критерії: здатність до біодеградації (матеріали, що розсмоктуються/матеріали, що не розсмоктуються), походження (натуральні/синтетичні) та структуру (моно-/полінитки).

Базова класифікація поділяє шовні матеріали на нитки, що розсмоктуються, та нитки, що не розсмоктуються. Хімічні та механічні властивості обох видів шовного матеріалу наведені у таблицях 1 та 2 відповідно. Розсмоктувальні нитки, які втрачають механічну міцність протягом кількох тижнів або місяців, є оптимальними для тимчасового зшивання глибоких шарів тканин, де зняття швів неможливе. На поверхні шкіри їх застосовують з обережністю (надаючи перевагу швидкорозсмоктувальним видам), оскільки вони можуть провокувати

запалення і формування грубих рубців. Ця категорія ниток додатково класифікується на натуральні та синтетичні, що принципово різняться механізмом деградації. Натуральні матеріали тваринного походження (наприклад, кетгут та шовк) розкладаються ферментативним шляхом - протеолізом, що викликає помітну запальну реакцію тканин. Натомість синтетичні аналоги розпадаються внаслідок гідролізу, який є значно менш реактогенним. Для підвищення механічної міцності та подовження терміну розсмоктування натурального кетгуту, його можуть піддавати спеціальній хімічній обробці, зокрема розчином альдегіду або триоксидом хрому (хромований кетгут) [3].

Нитки, що не розсмоктуються, застосовуються у випадках, коли тканини потребують довготривалої або постійної механічної підтримки. Головними показаннями до їх використання є формування судинних анастомозів, лігування трубчастих структур, накладання зовнішніх швів на кишківник та закриття фасціальних дефектів при грижах [1].

Таблиця 1 - Хімічні властивості шовних матеріалів

Характеристика	Розсмоктувальні нитки	Нерозсмоктувальні нитки
Тип розпаду	Протеоліз (натуральні)/ Гідроліз (синтетичні)	Не підлягають розпаду
Час розпаду	7-90 днів (залежно від матеріалу)	Не розпадаються
Біосумісність (рівень)	3-4 (вірогідність запальної реакції зводиться до мінімуму)	1-2 (висока біосумісність)
Стерилізація	Стандартні методи (90-121°C)	Стандартні методи (90-121°C)
Схильність до розпаду в рідинах (0-10)	7-9 (швидко розсмоктуються в рідинах)	0 (не розпадаються)

Таблиця 2 - Механічні властивості шовних матеріалів

Характеристика	Розсмоктувальні нитки	Нерозсмоктувальні нитки
Міцність на розрив	10-30 Н (зменшується з часом)	30-100 Н (стабільна)
Еластичність	2-5 мм на 100 Н (менш еластичні)	5-10 мм на 100 Н (більш еластичні)
Гладкість поверхні	10-50 мкм (може бути шорсткою)	5-20 мкм (зазвичай гладка)
Схильність до розривів (0-10)	6-8 (вища через втрату міцності)	2-4 (менша схильність)
Схильність до запалення (0-10)	6-8 (залежить від матеріалу)	1-3 (менше запалення)

За структурою хірургічні нитки класифікують на монофіламентні (одножильні) та мультифіламентні (плетені або кручені полінитки). Їх загальні характеристики наведені в таблиці 3. Мононитки характеризуються гладкою поверхнею, що забезпечує їхнє легке проходження крізь тканини та зводить до мінімуму запальну реакцію. Водночас вони мають виражену «пам'ять форми» (схильність повертатися до початкового стану), тому для запобігання самовільному розв'язуванню вузлів хірургу необхідно накладати їх у більшій кількості. Нато-

мість полінитки є значно еластичнішими, зручнішими в маніпуляціях та гарантують високу надійність фіксації вузла. Їхнім суттєвим недоліком є підвищене тертя під час прошивання та виражена капілярність (здатність вбирати рідину), що збільшує площу контакту і підвищує ризик інфікування рани. Для нівелювання цих недоліків сучасні полінитки часто вкривають спеціальними гладкими полімерними або антибактеріальними оболонками, які наближають їхні маніпуляційні властивості до мононіток, однак підвищують загальну вартість матеріалу [1, 3].

Таблиця 3 - Характеристики моно- та полініток

Характеристика	Мононитки	Полінитки
Площа поверхні	0.02-0.10 мм² (менше тертя)	0.10-0.30 мм² (більше тертя)
Пам'ять нитки (0-10)	8-10 (вища, схильна до ослаблення)	3-5 (менша пам'ять)
Прохідність через тканини	10-15 мм/с (легше проходять)	5-10 мм/с (можуть проходити важче)
Запалення (0-10)	4-6 (менше запалення)	6-8 (більше запалення, залежно від обробки)

Вибір шовного матеріалу не має жорсткого алгоритму і ґрунтується на локалізації рани, рівні натягу тканин та ризику інфікування. За високої ймовірності інфекції, а також для делікатних косметичних і внутрішньошкірних швів, найчастіше застосовують найтонші малореактивні мононитки (тип їхньої біодеградації при цьому суттєво не впливає на естетичний результат).

Тканини з повільною регенерацією або під постійним натягом (фасції, сухожилля, кістки) вимагають міцних нерозсмоктувальних (поліпропілен, нейлон) або довговічних розсмоктувальних (полідіоксанон) ниток. Натомість органи, що швидко загоюються (шлунок, кишечник, сечовий міхур), прошивають матеріалами, що розсмоктуються. При цьому важливо враховувати середовище: у шлунково-кишковому тракті уникають натуральних ниток через їхнє швидке руйнування ферментами, а в сечо- та жовчовивідних шляхах застосовують виключно синтетику для запобігання утворенню каменів.

Вибір конкретного полімеру часто залежить від шару тканин та досвіду хірурга: для глибокої дерми зазвичай використовують полігліколеву кислоту, для епідермальних швів - поліглекапрон або нейлон, а в педіатрії чи на важкодоступних ділянках перевагу віддають ниткам, що швидко розсмоктуються (наприклад, хромованому кетгуту) [1].

Висновок. Хірургічний шовний матеріал є одним з ключових елементів у забезпеченні успішного результату операцій. Вибір матеріалу повинен бути обґрунтованим з урахуванням специфіки операції, властивостей матеріалу та індивідуальних потреб пацієнта. Новітні розробки у цій сфері обіцяють подальше покращення властивостей шовних матеріалів, що сприятиме підвищенню ефективності хірургічних втручань та зменшенню ризику ускладнень.

Перелік посилань

1. Sutures And Needles [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539891/#:~:text=In%20general%2C%20surgeons%20typically%20use,acid%20or%20poliglecaprone%2025%20sutures

2. Спосіб з'єднання м'яких тканин аутогенним шовним матеріалом [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/surgery/article/download/12334/11768/43399

3. Баранова І. І. Медичне та фармацевтичне товарознавство : підручник у 2-х ч. / І. І. Баранова, С. М. Коваленко, Ю. О. Безпала та ін. – Харків : НФаУ : Оригінал, 2016. – Ч. 1. – С. 161–176.

ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА ДЛЯ СТВОРЕННЯ АНТИМІКРОБНИХ ПОВ'ЯЗОК

НТУ «Дніпровська політехніка»

Шеремет Максим Сергійович, група 132-22-3
***Науковий керівник:* PhD., доц. Слупська Юлія Сергіївна**

Сучасна медицина постала перед глобальним викликом стрімкого зростання антибіотикорезистентності мікроорганізмів, що суттєво знижує ефективність традиційного лікування інфікованих ран і підвищує ризики розвитку сепсису. У цьому контексті нанотехнології пропонують перспективну альтернативу, де провідне місце посідають наночастинки срібла (AgNPs). Завдяки унікальним фізико-хімічним властивостям, срібло діє одночасно на кілька внутрішньоклітинних мішеней патогена, що, на відміну від класичних антибіотиків, практично унеможливлює розвиток бактеріальної стійкості.

Застосування AgNPs є особливо критичним при терапії складних уражень, таких як опіки чи діабетичні виразки, де звичайні перев'язувальні матеріали часто самі стають середовищем для розмноження бактерій. Інтеграція наночастинок безпосередньо у структуру текстильних або полімерних основ дозволяє створити «активний бар'єр», який не лише захищає рану, а й активно пригнічує мікрофлорух [1-3].

Наночастинки срібла (AgNPs) - це структури розміром 1–100 нм, чиї унікальні властивості зумовлені переходом металу в наностан. Завдяки високій питомій площі поверхні вони інтенсивно вивільняють іони Ag^+ навіть за низьких концентрацій, а їхня висока реакційна здатність та надмалий розмір дозволяють проникати крізь клітинні стінки бактерій і захисні біоплівки, недоступні для звичайних антибіотиків.

Ефективність сучасних антимікробних пов'язок безпосередньо залежить від обраного методу одержання наночастинок срібла та способу їхньої подальшої фіксації у матриці носія. У сучасній лабораторній практиці виділяють кілька ключових підходів до синтезу, серед яких найбільш поширеним є хімічне відновлення солей срібла, зокрема нітрату срібла AgNO_3, за допомогою сильних відновників на кшталт боргідриду або цитрату натрію. Цей метод дозволяє отримувати частинки стабільного розміру, проте він потребує багаторазового очищення готового продукту від залишків потенційно токсичних реагентів. Альтернативою виступають фізичні методи, такі як лазерна абляція чи вакуумне напилення, головною перевагою яких є отримання максимально чистих наночастинок без використання сторонніх хімічних сполук, що критично важливо для запобігання алергічним реакціям у пацієнтів [1-3].

Найбільш перспективним напрямком для біомедичного застосування на сьогодні вважається «зелений» синтез, де роль відновників виконують екстракти рослин, що містять природні флавоноїди та поліфеноли. Такий підхід є не лише екологічно безпечним, а й дозволяє отримувати наночастинки, що вже мають природну біосумісну оболонку, яка суттєво знижує загальну цитотоксичність матеріалу для клітин людини. Важливим технологічним викликом за-

лишається висока поверхнева енергія наносрібла, що провокує процес агломерації - злипання частинок у великі конгломерати, через які вони втрачають свої унікальні властивості. Для вирішення цієї проблеми та забезпечення рівномірного розподілу діючої речовини в структурі перев'язувального матеріалу використовують спеціальні полімерні стабілізатори. Зокрема, природний полісахарид хітозан не лише фіксує наночастинки, а й підсилює гемостатичний ефект пов'язки, тоді як синтетичний полівініловий спирт (PVA) створює стабільну гідрогелеву сітку, що забезпечує пролонговане та контрольоване вивільнення іонів срібла безпосередньо в середовище рани протягом усього терміну експозиції матеріалу [1].

Мультимодальна антимікробна активність AgNPs забезпечує комплексне знищення патогенів шляхом одночасної атаки на кілька життєво важливих систем бактерії. Процес починається з руйнування клітинної оболонки, де наночастинки накопичуються на мембрані та порушують її цілісність, створюючи пори, через які витікає внутрішній вміст клітини. Паралельно у вологому середовищі рани відбувається поступове окиснення наночастинок із вивільненням іонів срібла (Ag^+). Ці іони зв’язуються з тіольними групами (-SH) бактеріальних білків, ефективно «вимикаючи» ферменти, що відповідають за метаболізм та енергообмін мікроорганізму.

Додатково AgNPs провокують потужний окиснювальний стрес через генерацію активних форм кисню, які агресивно атакують усі внутрішні структури клітини. Проникаючи глибше, срібло взаємодіє з фосфорними групами ДНК, блокуючи реплікацію та здатність бактерій до розмноження. Така комбінована дія робить наносрібло значно ефективнішим за традиційні антибіотики, оскільки воно володіє надширокім спектром активності проти грампозитивних, грамнегативних бактерій та грибків. Головною перевагою є практична неможливість розвитку резистентності у мікрофлори, адже патогени не здатні одночасно адаптуватися до ударів по багатьох біологічних мішенях, що робить AgNPs незамінними у боротьбі зі стійкими госпітальними інфекціями.

Широке впровадження перев’язувальних матеріалів із вмістом наночастинок срібла (AgNPs) докорінно змінило підходи до терапії уражень шкіри різної етіології, особливо тих, що важко піддаються традиційному лікуванню. У сучасній комбустіології при терапії опіків II та III ступенів такі матеріали стали незамінними завдяки здатності підтримувати стабільно низьке мікробне навантаження на поверхні рани протягом тривалого часу. Це дозволяє суттєво зменшити частоту болісних перев’язок, які зазвичай травмують молодий епітелій та затримують регенерацію. На відміну від класичних антисептиків, наносрібло у структурі гідрогелевих чи колагенових матриць не прилипає до поверхні рани, забезпечуючи атравматичне зняття пов’язки та значне полегшення больового синдрому для пацієнта [2].

Окрему критичну важливість використання AgNPs має у лікуванні синдрому діабетичної стопи та трофічних виразок нижніх кінцівок. За умов порушеного магістрального кровообігу системні антибіотики часто не досягають вогнища інфекції у необхідній концентрації, що призводить до прогресування некрозу. Локальне застосування нанопов’язок забезпечує безпосередній кон-

такт активних іонів срібла з патогенами, ефективно руйнуючи навіть зрілі бактеріальні біоплівки, які є стійкими до більшості фармпрепаратів. Крім антимікробної дії, срібло у наноформі сприяє модуляції цитокінового профілю, що допомагає зняти хронічне запалення та стимулює проліферацію фібробластів, прискорюючи закриття раньового дефекту.

У загальній хірургічній практиці використання таких матеріалів стає «золотим стандартом» профілактики післяопераційних ускладнень, особливо у пацієнтів похилого віку, осіб із цукровим діабетом або ослабленим імунітетом. Нанопов'язки створюють тривалий антисептичний бар'єр, що захищає післяопераційні шви від госпітальних штамів мікроорганізмів, зокрема золотистого стафілококу та синьогнійної палички. Економічна доцільність застосування цієї технології, попри вищу початкову вартість матеріалів, підтверджується суттєвим скороченням термінів перебування пацієнта у стаціонарі та мінімізацією витрат на дороговартісну антибіотикотерапію другого та третього ряду. Таким чином, інтеграція AgNPs у клінічну практику не лише підвищує якість життя пацієнтів, а й забезпечує високу терапевтичну ефективність у боротьбі з інфекціями, що раніше вважалися резистентними.

Підсумовуючи, використання наночастинок срібла в антимікробних пов'язках є одним із найбільш перспективних напрямків сучасної комбустіології та хірургії. Головна перевага цієї технології полягає у здатності ефективно долати антибіотикорезистентність бактерій та забезпечувати тривалий захист рани, мінімізуючи кількість болісних маніпуляцій.

Перелік посилань

1.Silver Nanomaterials for Wound Dressing Applications / P. D. Krishnan, D. Banas, R. D. Durai et al. *Pharmaceutics*. 2020. Vol. 12, no. 9. Art. 821. 24 p. DOI: https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090821.

2. Role of Silver Nanoparticles in Wound Healing: Mechanisms, Efficacy, and Clinical Applications / P. C. Balaure, A.-G. Niculescu, D. Anghel et al. *Inorganics*. 2025. Vol. 13, no. 12. Art. 401. 57 p. DOI: https://doi.org/10.3390/inorganics13120401.

3. The Role of Silver and Silver-Based Products in Wound Management: A Review of Advances and Current Landscape / Y. Du, J. Lu, X. Guo et al. *Journal of Functional Biomaterials*. 2026. Vol. 17, no. 1. Art. 27. 32 p. DOI: https://doi.org/10.3390/jfb17010027.

З М І С Т

ТЕХНОЛОГІЇ ВИДОБУТКУ КОРИСНИХ КОПАЛИН

Аболмасов М. О., Хоменко В. Л.
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КОЛТЮБІНГОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ БУРІННЯ І РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН 4

Агаєв Р.С.О., Судаков А.К.
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ ДЛЯ УМОВ ПЕРЕЩЕПИНСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА 7

Байдала Н. М., Дмитрук О. О.
СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ ПРОЦЕСУ ВИЛУЧЕННЯ ВУГЛЕВОДНІВ 10

Безуглий В.Г., Коровяка Є.А.
ПОПЕРЕДНЯ ПЕРЕРОБКА НАФТИ 12

Бейник В.В., Коровяка Є.А.
ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НАЛИВНОЇ ЕСТАКАДИ ДЛЯ АВТОЦИСТЕРН НА НАФТОБАЗІ 15

Білокінь В. В., Коровяка Є.А.
ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНОЇ СВЕРДЛОВИНИ 18

Бондар Є.О., Коровяка Є.А.
ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА ПОШУКОВО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИНИ 21

Bondarenko D., Rastsvietaiev V.
INCREASING THE EFFICIENCY OF OPERATION OF ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMPS 23

Bratash N., Rastsvietaiev V.
INCREASING THE EFFICIENCY OF OIL GAS PREPARATION PROCESSES 25

Булига А. О., Судаков А.К.
АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН НА ПРИЛУЦЬКОМУ РОДОВИЩІ НАФТИ 27

Бут Б.А., Коровяка Є.А.
РОЗРОБКА МЕТОДІВ БОРОТЬБИ З КОРОЗІЙНИМ РУЙНУВАННЯМ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРІВ 30

Валко А.С., Пащенко О.А.
РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДДАЧІ НА ПІЗНІХ СТАДІЯХ РОЗРОБКИ 33

Варданян Є. Т., Калюжна Т.М.
УСУНЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ДЕФЕКТІВ НА ДІЛЯНЦІ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ 37

З М І С Т

Вовк А.С., Судаков А.К.
АНАЛІЗ ТАМПОНАЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН 40

Вороненко І.О., Пащенко О.А.
РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УЕЦН В УСКЛАДНЕНИХ УМОВАХ 43

Гармаш В.В., Ігнатов А.О.
НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БУРОВИХ ДОЛІТ 46

Гнідий В.Г., Судаков А.К.
АНАЛІЗ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ ГОГОЛІВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА 49

Голуб З.О., Коровяка Є.А.
ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВТРАТ НАФТОПРОДУКТІВ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЇХ ЗМЕНШЕННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ В СТАЛЬНИХ ВЕРТИКАЛЬНИХ РЕЗЕРВУАРАХ 52

Горобець Т.Ю., Судаков А.К.
АНАЛІЗ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУРІННІ 55

Григор'єва С.С., Хоменко В.Л.
БУРОВІ ДОЛОТА: КОНСТРУКЦІЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ 59

Гриженко Д.Р., Ігнатов А.О.
ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТУ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ УМОВ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ 62

Дерунова Т.О., Коровяка Є.А.
ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА РОЗВІДУВАЛЬНОЇ СВЕРДЛОВИНИ 64

Діденко А.В., Дмитрук О.О.
ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ 66

Жук Є.А., Ігнатов А.О.
ПРОБЛЕМАТИКА БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ВИДОБУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ 68

Zahrafova A., Rastsvietaiev V.
RELIABILITY OF OPERATION OF UNDERWATER CROSSINGS OF PIPELINE SYSTEMS 70

Kaidash S., Rastsvietaiev V.
APPLICATION OF TRENCHLESS TECHNOLOGIES FOR LAYING OIL PIPELINES 72

З М І С Т

Кашичкін І.А., Судаков А.К.
АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ УМОВ САХАЛІНСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА 74

Кесь С.С., Калюжна Т.М.
ОСОБЛИВОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ПЕРЕХОДУ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ ЧЕРЕЗ АВТОШЛЯХ 77

Коваль К.П., Ігнатов А.О.
ТИПОВІ ОЗНАКИ ПРОЄКТУ БУРІННЯ ТА ВИДОБУВАННЯ В УМОВАХ ГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ 80

Козюпа А.В., Судаков А.К., Шумов А.С.
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ ДЛЯ УМОВ ПРИЛУЦЬКОГО РОДОВИЩА НАФТИ 82

Koroviaka M., Rastsvietaiev V.
IMPROVEMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF UNDERWATER PASSAGES USING HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING 85

Кравченко М.А., Коровяка Є.А.
ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ПРОМИСЛОВОГО НАФТОЗБІРНОГО КОЛЕКТОРА 87

Крикун А.І., Ігнатов А.О.
ПИТАННЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ОСВОЄННЯ НАФТОВИХ ПОКЛАДІВ 89

Кудим В.О., Ігнатов А.О.
ВИЗНАЧАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ПРОЄКТУВАННЯ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН І ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ 91

Лепеха К.В., Калюжна Т.М.
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ 93

Лиман С.М., Ігнатов А.О.
БАЗОВІ РИСИ ПРОЄКТУ ОСВОЄННЯ ВУГЛЕВОДНЕВИХ ПОКЛАДІВ 96

Литвиненко К.Р., Расцвєтаєв В.О.
ОСОБЛИВОСТІ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ПІДВОДНОГО ПЕРЕХОДУ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ 98

Лихобаба В.Г., Коровяка Є.А.
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СВЕРДЛОВИНИ 101

Лосєв О.Г., Хоменко В.Л.
ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ РОЗКРИТТЯ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ 103

Мадика М.М., Ігнатов А.О.
ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ СВЕРДЛОВИН З ЛІТОЛОГІЧНО ОДНОРІДНИМИ КОЛЕКТОРАМИ 106

З М І С Т

Мадика О.О., Пащенко О.А.
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗТИНУ ПЛАСТА (ГРП) НА НИЗЬКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРАХ 108

Малий О.С., Пащенко О.А.
ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА РОЗВІДУВАЛЬНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СВЕРДЛОВИНИ 112

Малофеєв В.Р., Коровяка Є.А.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНИХ СВЕРДЛОВИН У СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ 115

Мальований Б.О., Ігнатов А.О.
ВИВЧЕННЯ ПРИНЦИПІВ БУРІННЯ ТА ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ 118

Миронець В.В., Пащенко О.А.
БУДІВНИЦТВО РОЗВІДОЧНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СВЕРДЛОВИНИ 120

Мілашенко Л.В., Судаков А.К.
АНАЛІЗ ПРОМИВАЛЬНИХ РІДИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ БУРІННІ СВЕРДЛОВИН НА ЯРОШІВСЬКОМУ НАФТОВОМУ РОДОВИЩІ» 123

Міщенко С.П., Хоменко В.Л.
ТЕХНОЛОГІЯ ВИКРИВЛЕННЯ СВЕРДЛОВИН ЗА ДОПОМОГОЮ РОТОРНО-КЕРОВАНИХ СИСТЕМ 126

Мошковська Н.М., Калюжна Т.М.
МЕТОДИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИБОРОЧНОГО РЕМОНТУ ДІЛЯНКИ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ 129

Мошковський О.А., Судаков А.К.
РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ СПОРУДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИНИ НА СХІДНО-РОГИНЦІВСЬКОМУ НАФТОВОМУ РОДОВИЩІ 132

Назаренко А.В., Коровяка Є.А.
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗТИНУ ПЛАСТА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДДАЧІ НА ПІЗНІЙ СТАДІЇ РОЗРОБКИ 135

Носов М.С., Хоменко В.Л.
БУРІННЯ З КЕРОВАНИМ ТИСКОМ (MPD) 138

Овчар Є.А., Калюжна Т.М.
ОЦІНКА ТА БОРОТЬБА З УСКЛАДНЕННЯМИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ 141

Олійник П.С., Судаков А.К.
АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ТЕХНІЧНИХ УМОВ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ДЛЯ УМОВ СХІДНО-ПОЛТАВСЬКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА 144

З М І С Т

Осіпов С.В., Коровяка Є.А.
ОСОБЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА НАКЛОННО-НАПРАВЛЕНИХ СВЕРДЛОВИН ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОЦІНОЧНИХ РОБІТ 147

Пересада Д.С., Ігнатов А.О.
ХАРАКТЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН ІЗ РОЗТАШУВАННЯМ КОЛЕКТОРІВ У КАРБОНОВИХ ВІДКЛАДАХ 150

Погорільченко Г.К., Ігнатов А.О.
ПРОВІДНІ ЗАВДАННЯ ПРОЦЕСІВ БУРІННЯ І ВИДОБУВАННЯ ВУГЛЕВОДНІВ 152

Попов А.А., Расцвєтаєв В.О.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНИХ СВЕРДЛОВИН У СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ 154

Porokhnia D., Rastsvietaiev V.
EFFECTIVENESS OF INTEGRATED METHODS OF COMBATING ASPHALT-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS DURING OIL PRODUCTION 157

Ручка І.О., Калюжна Т.М.
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ МАГІСТРАЛЬНОГО НАФТОПРОВОДУ 159

Савінов В.С., Дмитрук О.О.
ДО ПИТАННЯ ПІДГОТОВКИ ГАЗУ ДО ТРАНСПОРТУВАННЯ В УМОВАХ ПРОЛЕТАРСЬКОГО ПСГ 163

Саченко Д.О., Дмитрук О.О.
ДО ПИТАННЯ ВИДОБУВАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ МЕТАНУ В УМОВАХ ШАХТИ «ЗАХІДНО-ДОНБАСЬКА» 165

Середа Ю.В., Пащенко О.А.
ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНИХ СВЕРДЛОВИН У СКЛАДНИХ ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ 168

Синєвид В.Д., Хоменко В.Л.
ПЕРЕВАГИ БУРІННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ ВЕРХНЬОГО ПРИВОДУ 171

Сіволап С.А., Хоменко В.Л.
ГАЗОГІДРАТИ УКРАЇНИ 174

Столяр Ю.С., Пащенко О.А.
РОЗРОБКА ОСНОВНОГО ОБЛАДНАННЯ УСТАНОВКИ ПІДГОТОВКИ НАФТИ 176

Сукач Д.В., Пащенко О.А.
ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПЛАСТОВОГО ТИСКУ ПРИ РОЗРОБЦІ НИЗЬКОПРОНИКНИХ КОЛЕКТОРІВ 179

З М І С Т

Turchyn A., Rastsvietaiev V.
GAS PREPARATION EFFICIENCY (SHCHERBAKIVSKO-SHKURUPIIVSKA AREA) 182

Фролов С.О., Пащенко О.А.
БУДІВНИЦТВО ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАКЛОННО-СПРЯМОВАНОЇ СВЕРДЛОВИНИ НА ЦІЛЬОВИЙ ПЛАСТ 184

Frolov T., Rastsvietaiev V.
TECHNICAL DESIGN OF THE UNDERWATER GAS PIPELINE CROSSING (SEMENTSIVSKE FIELD) 187

Chenskyi S., Rastsvietaiev V.
MODERN METHODS OF COMBATING ASPHALT RESIN PARAFFIN DEPOSITS AND THEIR EFFECTIVENESS 189

Чередніков С.В., Дмитрук О.О.
БУРІННЯ ДЕГАЗАЦІЙНИХ СВЕРДЛОВИН В УМОВАХ ШАХТИ ІМ. ГЕРОЇВ КОСМОСУ 191

Черепанов М.В., Дмитрук О.О.
ДО ПИТАННЯ ПІДЗЕМНОГО ЗБЕРІГАННЯ ГАЗУ В УКРАЇНІ 193

Чорнобай М.О., Хоменко В.Л.
УМОВИ РОБОТИ БУРИЛЬНИХ КОЛОН В НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИНАХ 195

Chucha V., Rastsvietaiev V.
EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF UNDERWATER CROSSINGS USING CURVED PIPES 198

Яременко Д.С., Пащенко О.А.
КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ПІДВОДНОГО ПЕРЕХОДУ МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ ЧЕРЕЗ РІЧКУ 200

ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

Лебеденко С.О., Богданов О.О
ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛІ НА ВЕРСТАТІ З ЧПК 204

Зарецький Р.А., Богданов О.О.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АНАЛОГОВИХ ТА ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮ-ВАННЯ ПРИ КОНТРОЛІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛЕЙ 206

Ушакова А.Є., Козечко В.А., Богданов О.О.
ОЦІНКА ВПЛИВУ НІКЕЛЬ-ФОСФОРНОГО ПОКРИТТЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ 208

Каплій І.О., Рубан В.М.
ПОСАДКИ ВАЛЬНИЦЬ КОЧЕННЯ З ЦИРКУЛЯЦІЙНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ ЗОВНІШНЬОГО КІЛЬЦЯ 211

З М І С Т

Ягодін М.Ю., Некрасов В.Є.
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ГІДРОЦИЛІНДРА ПІД СТАТИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ 214

Золотаренко С.А., Алексєєнко С.В.
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ УСТАНОВКИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ АЕРОАКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЕРОДИНАМІЧНИХ ПРОФІЛІВ 217

Ягодін М.Ю., Носов Р.О.
ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ ОБРОБКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ВИРОБІВ З ВАЖКООБРОБЛЮВАНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ 220

ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ, ЕНЕРГОМЕХАНІЧНІ КОМПЛЕКСИ ТА ГІРНИЧОРУДНА ІНЖЕНЕРІЯ

Bondar.S.O., Yehorchenko R.R.
INCREASING THE TRACTIVE CAPABILITY OF MINE ELECTRIC LOCOMOTIVES 223

Bazir O.V., Herasymenko A.O.
APTATION OF EXISTING AUXILIARY TRANSPORT MEANS IN DEVELOPMENT DISTRICT WORKINGS FOR THE INSTALLATION OF MINING EQUIPMENT 225

Bondarenko.Se.Y., Danylchenko A.A. Yehorchenko R.R.
THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PREDICTING THE TECHNICAL CONDITION OF QUARRY EQUIPMENT: SYSTEM ANALYSIS AND PROSPECTS 227

Bochko S.O., Herasymenko A.O.
PORTPROSPECTS FOR THE APPLICATION OF A COMBINED SUSPENSION SCHEME FOR MONORAIL TRACK 230

Газзаєв Г.В., Кононенко М.М.
ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБУХОВОГО РУЙНУВАННЯ МАСИВУ ПОРІД У ВИБОЇ ВИРОБКИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ АКУСТИЧНИХ ІМПЕДАНСІВ 232

Гапонов О.О., Комiссаров Ю.О.
АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ГОЛОВНОЇ ВОДОВІДЛИВНОЇ УСТАНОВКИ ШАХТИ «САМАРСЬКА» ПрАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ» 235

Zhuk V.S., Herasymenko A.O.
EXPANSION OF THE SCOPE OF EFFECTIVE APPLICATION OF MINE LOCOMOTIVE TRANSPORT 238

Загороднiков А.А., Ковригін С.С., Мокшин І.Е., Барташевський С.Є
ПРОБЛЕМИ ЛОКОМОТИВНОГО ТРАНСПОРТУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЙОГО РОЗВИТКУ 240

З М І С Т

Іванов Р.К., Комiссаров Ю.О.
ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО РОЗРОБКИ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ПЕРЕСУВНОЇ ПІДЙОМНОЇ ЛЕБІДКИ 243

Ishchenko O., Bondarenko A.
DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF A SLOPE BELT CONVEYOR WITH A CAPACITY OF 140 T/H 245

Kachuievskyi S.M., Herasymenko A.O.
DIRECTIONS FOR INCREASING THE TECHNICAL LEVEL OF MINE LOCOMOTIVES 248

Kovalov I., Bondarenko A.
DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF A VERTICAL HYDRAULIC CLASSIFIER WITH A CAPACITY OF 15 T/H 251

Козаченко Є.С., Інюткін І.В.
ЗМЕНШЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ВІД ШАХТНОГО ТРАНСПОРТУ 253

Kolchanov K.O., Kolchanova P.K., Yehorchenko R.R.
CONCEPT AND CLASSIFICATION OF MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS FOR SELECTING A TRANSPORT SYSTEM 256

Лукашев Д.С., Трофимова О.П.
ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ РОЗГАЛУЖЕНОЇ ШАХТНОЇ ПНЕВМАТИЧНОЇ МЕРЕЖІ 259

Lyaskovka A.O., Kosenko A
FORECASTING THE GEOMECHANICAL STATE OF IRON ORE MASS IN KRYVBAS IN ACTUAL MINING ZONES AT DEEP LEVELS 261

Nalyvaiko D., Bondarenko A.
DETERMINATION OF DESIGN PARAMETERS OF A VIBRATING SCREEN GV 1.2X3.0 WITH A SPRAYING SYSTEM 264

Осауленко В.О., Солонець В.В., Доронін О.А., Барташевський С.Є.
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ТРАНСПОРТУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДІЛЬНИЧНИХ ВИРОБОК 267

Petriakov.I.M., Vokhnyk V.S., Yehorchenko R.R.
IMPACT OF QUARRY TRANSPORT INFRASTRUCTURE ON THE ENVIRONMENT 270

Федченко О.Р., Інюткін І.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОВЕДЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ВИРОБОК НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ СМОЛІНСЬКОЇ ШАХТИ 272

З М І С Т

АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

Архіпов В.Р., Мишалов Є.В., Разбойніков О.О.
ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ НА ЙОГО АКТИВНУ БЕЗПЕКУ 276

Бездєтний Р.О., Поляков В.М.
МОДУЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АВТОПОЇЗД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРЕНОСТІ 277

Бесараб Д.О., Дерюгін О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СИПКОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИРОВИНИ (ДЕРЕВНА ТЕХНОЛОГІЧНА ТРІСКА) 278

Бутков А.А., Дерюгін О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ 281

Вишняков Д.В., Літвінова Я.В.
ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ У СУЧАСНИХ УМОВАХ 284

Гойденко Р.Ю., Олішевська В.Є.
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ХОНІНГУВАННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВЗ 286

Гончаренко О.А., Москаленко А.С.
СУКУПНА ВАРТІСТЬ ВОЛОДІННЯ ЯК КЛЮЧОВИЙ ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 289

Гордієнко О.С., Поляков В.М.
ЕЛЕКТРИФІКОВАНА ПРИЧІПНА ЛАНКА АКТИВНОГО АВТОПОЇЗДА ЯК МЕТОД ПОКРАЩЕННЯ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ 291

Гусар В.В., Поляков В.М.
ДО АНАЛІЗУ ПЕРЕВАГ ДИНАМІЧНОГО СПОСОБУ ПОВОРОТУ ПРИЧІПНОЮ ЛАНКОЮ АВТОПОЇЗДА 293

Дейнеко Б.Ю., Рибак І.П.
ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНІСТЬ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ 294

Журавльов О.М., Олішевська В.Є.
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕЙ ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ 297

Закревський К.М., Ющенко М.М.
ВТОРИННЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТА ПОРТАТИВНОЇ АКУСТИКИ І ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ РОЗРОБКИ СХЕМ ЕЛЕКТРОННИХ ПЛАТ 300

З М І С Т

Зотько Д.С., Будниченко В.Б., Подпіснов В.С.
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЄМНОСТІ ТЯГОВИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ЕЛЕКТРИЧНОЮ ТЯГОВОЮ УСТАНОВКОЮ 304

Касьянов С.С., Ходос О.Г.
АНАЛІЗ РИНКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ 307

Кирилюк Д.О., Бохонько Є.О.
СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ МАЛОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА 308

Клещевников Д.В., Москаленко А.С.
АДАПТИВНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТЯГОЮ НА ОСНОВІ ШІ В АВТОСПОРТІ FORMULA E 310

Кміть П.О., **Мельнікова Ю.І.**
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ 312

Коваленко М.О., Клименко І.Ю.
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ТА ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ЯК СТРАТЕГІЧНІ ПРІОРИТЕТИ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ 315

Компанець Б.С., Ющенко М.М.
ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ШЛЯХОМ КОРОТКОЧАСНОГО ОЧИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ 318

Кондратьєв С.С. Колодницька Р.В., Колодницька Р.В.
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ УКРАЇНИ 322

Kushnir R., Astafurov I., Kolesnikova T.
ADVANCED ENGINE DESIGN FOR MODULAR CYLINDER DEACTIVATION IMPLEMENTATION 324

Левицький М.Ю., Разбойніков О.О.
ОСОБЛИВОСТІ ВИПРОБУВАНЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН 329

Лимар К.О., Корніленко К.І.
MILD HYBRID. ДРУГА МОЛОДІСТЬ ДВЗ 331

Мазепа В.Д., Шарай С.М.
ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ В ПРОЦЕСАХ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ 333

Нагорний Н.Б., **Бохонько Є.О.**
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАПЛАВЛЕННЯ, НАПИЛЕННЯ ТА 3D ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ 335

З М І С Т

Нєпєіна В.А., Соїна К.Я., Шарай С.М.
СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ 337

Пінчук К.Є., Дерюгін О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ (КОМБАЙН J. DEERE) 339

Прокопенко К.В., Клименко І.Ю.
КОМПЛЕКСНА ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ: ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ, ЕКОНОМІЧНИХ ТА СОЦІАЛЬНИХ ВИМІРІВ 342

Руденко Д.М., Дерюгін О.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАЖКОЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ (СКРЕПЕР МОДЕЛІ CAT 657G) 344

Семенів І.С., Абрамчук Ф.І., Крівда В.В.
СИСТЕМА ЯКОСТІ В АВТОМОБІЛЬНОМУ СЕРВІСІ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ FIX-IT-RIGHT: ІНЖЕНЕРНИЙ ПІДХІД ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ 347

Семенів І.С., Воронков О.І., Сакно О.П.
ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ LEXUS ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ 350

Слюсар К.О., Чуйко С.П.
РИЗИКИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ 352

Суханов А.С., Олішевська В.Є.
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АКТИВНОЇ ТА ПАСИВНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ 354

Шевлев Д.А., Дерюгін О.В.
ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАВДАНЬ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАЖКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ТАКТИЧНОМУ РІВНІ РУХОМИМ СКЛАДОМ УМОВНОГО ЛОГІСТИЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ 357

Яворський М.С., Бохонько Є.О.
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ EGR У СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛЯХ 360

ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ

Величко В.А., Янкін О.Є.
ДЕЯКІ ПИТАННЯ ОФОРМЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПІД НЕРУХОМИМ МАЙНОМ НА ТЕРИТОРІЇ БОЙОВИХ ДІЙ ТА ТИМЧАСОВО ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ 363

ЗМІСТ

Говорун Д.М., Трегуб Ю.Є.
ОСОБЛИВОСТІ ЗМІНИ ЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ ПІД ОБ'ЄКТИ ЕНЕРГЕТИКИ В УМОВАХ ОНОВЛЕНОГО ЗАКОНОДАВСТВА 366

Каліненко С.С., Трегуб Ю.Є.
ОСОБЛИВОСТІ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ СЕРВІТУТІВ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ КОМЕРЦІЙНОЇ ЗАБУДОВИ 368

Кравченко О.О., Бруй Г.В.
АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC) ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ВИДОБУТКУ ПІСКУ В КАР'ЄРІ 371

НАУКИ ПРО ЗЕМЛЮ

Баглай М.А., Шевченко С.В.
РОЛЬ ВИДАТНИХ ОСОБИСТОСТЕЙ У ФОРМУВАННІ СУЧАСНОГО СВІТОВОГО РИНКУ КОЛЕКЦІЙНИХ МІНЕРАЛІВ 375

Дьячкова М., Шевченко С.В.
АЛМАЗИ В ЮВЕЛІРНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ 378

Журба Р.С., Бодряго Є.А.
РОЗРОБКА 3D МОДЕЛІ СУРСЬКОГО ПОРОГУ ТА СТВОРЕННЯ ВЕБСАЙТУ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ГЕОЛОГІЧНОЇ ПАМ'ЯТКИ 379

Петров А.О., Нікітенко І.С.
БУДОВА ДНІПРОВИХ ПОРОГІВ ЗГІДНО ІЗ СУЧАСНИМИ УЯВЛЕННЯМИ ПРО ГЕОЛОГІЮ СЕРДНЬОГО ПРИДНІПРОВ'Я 381

Покотило О., Шевченко С.В.
АЛМАЗИ В ЕЛЕКТРОННІЙ ТЕХНІЦІ ТА ОПТИЦІ 384

Процун О.С., Приходченко В.Ф.
ГЕОРАДАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ РОЗКРИВНИХ ПОРІД НА ПЕТРОВСЬКОМУ ГРАНІТНОМУ КАР'ЄРІ 385

Сіваков А.В., Битько Ю.М., Рудаков Д.В.
СУЧАСНІ ЗМІНИ РЕЖИМУ Р. ІНГУЛЕЦЬ ПІД ВПЛИВОМ ТЕХНОГЕНЕЗУ ТА НАСЛІДКІВ РАКЕТНИХ УДАРІВ ЗА ДАНИМИ МОНІТОРИНГУ 387

Ставицька Л.П., Шерстюк Є.А.
ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗ ФОРМУВАННЯ ВОДОПРИТОКІВ У КАР'ЄРАХ ЯК ЧИННИКА ГІДРОГЕОМЕХАНІЧНОЇ СТІЙКОСТІ БОРТІВ 390

Уманський О.В., Назаренко М.В., Король Н.О., Шолох С.М.
ІНТЕГРАЦІЯ БЛОЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ГЕОСТАТИСТИКИ У ВАРТІСНУ ОЦІНКУ ЗАПАСІВ ТВЕРДИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН В УМОВАХ ГАРМОНІЗАЦІЇ З МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ 392

Шиманський А.П., Шевченко С.В.
АЛМАЗИ В ОБРОБЦІ МАТЕРІАЛІВ 396

ЗМІСТ

Середняк Д.Б., Руденко А.В.
АНОМАЛЬНІ ЗИМИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН 397

Самофал М.М., Титаренко В.В.
РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ З НАНОМАТЕРІАЛАМИ 400

Титаренко А.Є., Руденко А.В.
ECOHOUSING: ІНТЕРАКТИВНИЙ АТЛАС «ПРИХОВАНИХ» ЕКОЛОГІЧНИХ ЗОН МІСТА 403

БЕЗПЕКА ПРАЦІ

Авчиннікова А.І., Чеберячко Ю.І.
ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ МЕТОДУ BOW-TIE ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РЕДАКТОРА BOWTIE-EDITOR-PRO 406

Ванжа С.О., Чеберячко Ю.І., Надточий В.В.
РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГІДРОТЕРМАЛЬНОГО РЕАКТОРА У ПЕРЕРОБЦІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР 409

Дьяков Д.В., Чеберячко Ю.І., Надточий В.В.
РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ БЕЗПЕКИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛІНІЇ ПРИГОТУВАННЯ КОМБІКОРМІВ 411

Жуплєв С.С. Муха О.А.
ISO 28000:2022 ЯК СТРАТЕГІЯ СТІЙКОСТІ УКРАЇНСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ 413

Зінченко Н.М., Чеберячко С.І.
СТАЛИЙ РОЗВІТОК І ОХОРОНА ПРАЦІ: РОЛЬ СЕРІЇ ISO 4500X 415

Леонова А.О., Чеберячко С.І.
УПРАВЛІННЯ ІНФЕКЦІЙНИМИ ЗАГРОЗАМИ ЯК ЕЛЕМЕНТ КОРПОРАТИВНОЇ СТІЙКОСТІ 417

Моїсеєв Є.О., Лісовицька І.А
МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБЛАДНАННЯ ПІД ЧАС РОЗСЛІДУВАННЯ НЕЩАСНИХ ВИПАДКІВ 419

Молодик Д.І., Лісовицька І.А.
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПРЕДМЕТА ТА ОБ'ЄКТІВ СУДОВОЇ ЕКСПЕРТИЗИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ 422

Приходько С.О., Столбченко О.В.
РОЗВІТОК СЕРІЇ ISO 45000: ВІД БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ДО КОРПОРАТИВНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ 425

Приходько С.О., Чеберячко Ю.І., Надточий В.В.
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СМЕТАНИ 427

З М І С Т

Рудь В.В., Столбченко О.В.
ЕВОЛІЦІЯ ТА МАЙБУТНЕ СТАНДАРТІВ ISO 4500 У СФЕРІ ОХОРОНИ ПРАЦІ 429

Соколенко О.П., Столбченко О.В.
ПРАВОВІ ЗАСАДИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ У ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ 431

Шапошникова К.С., Чеберячко Ю.І., Надточий В.В.
ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕПЮРАЦІЙНОЇ КОЛОНИ З ПОЗИЦІЙ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ 433

Шапошникова К.С., Чеберячко Ю.І., Надточий В.В.
ПІДСИСТЕМА БЕЗПЕКИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВАКУУМ-АПАРАТУ У ВИРОБНИЦТВІ ЦУКРУ-ПІСКУ 435

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ, БІОЛОГІЇ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Багдасарян А.Г., Яковишина Т.Ф.
АДАПТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ФІТОМАЙНІНГУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З УРАХУВАННЯМ ҐРУНТОВО-АНТРОПОГЕННИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРОМИСЛОВОЇ ЗОНИ КРИВОРІЖЖЯ 439

Багдасарян А.С., Яковишина Т.Ф.
ТЕХНОЛОГІЯ ФІЗИЧНОЇ РЕМЕДІАЦІЇ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ, ДЛЯ УМОВ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНОГО ПРИДНІПРОВ'Я 441

Богун А.С., Ковров О.С.
БІОКРАСТОВІ МІКРООРГАНІЗМИ ПРОМИСЛОВОГО ВІДВАЛУ «ПЕТРОВСЬКИЙ» ПРАТ «ЦГЗК» М. КРИВИЙ РІГ 444

Бойко І.В., Борисовська О.О.
ОГЛЯД ДОСВІДУ ІРЛАНДІЇ В УПРАВЛІННІ ПЛАСТИКОВИМИ ВІДХОДАМИ 446

Данилик А.М., Воронкова Ю.С.
ПОРІВНЯННЯ ВПЛИВУ СОЛЬОВОГО, ВОДНОГО ТА ТЕПЛОВОГО СТРЕСІВ НА РОСЛИНИ 449

Іщенко Ю.Д., Ковров О.С.
ТЕХНОЛОГІЇ БІОКРАСТУ ДЛЯ ФІТОРЕМЕДІАЦІЇ ТЕХНОГЕННИХ ҐРУНТІВ 452

Калачик К.Р., Борисовська О.О.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ШЛАКІВ СВИНЦЕВОЇ ПЛАВКИ ЗА ЕФЕКТИВНІСТЮ ТА ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ 454

Кузьменко Я.В., Борисовська О.О.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ВІДХОДІВ ХЛОРИДОВОЗГОНКИ 457

З М І С Т

Литвиненко Д.Ю., Борисовська О.О.
ПРИРОДООРІЄНТОВАНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ 460

Малий О.С., Яковишина Т.Ф.
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПИЛЕННЯ ГРУНТІВ ПРОМИСЛОВИХ ЗОН, ЗАБРУДНЕНИХ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ 462

Мороз В.В., Бучавий Ю.В.
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ РОЗРОБЦІ МІГМАТИТОВИХ РОДОВИЩ 464

Мулик О.М., Ковров О.С.
РОЛЬ БІОКРАСТУ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ 466

Олійник Я.В., Бучавий Ю.В.
ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ВТОРИННОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ 468

Omelianenko V., Voronkova Y.
THE ROLE OF BIOMARKERS IN THE DIAGNOSTICS OF CORONAVIRUS DISEASE 470

Орешков В.С., Бучавий Ю.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ГІРСЬКОЇ МАСИ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ 473

Питлюк В.Р., Бучавий Ю.В.
ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ІЗ ЧАСТКОВИМ ОЗЕЛЕНЕННЯМ УКОСІВ ТА ЯРУСІВ 476

Поступальська Н.О., Грунтова В.Ю.
ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ЗЕЛЕНИХ ЗОН В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ 478

Риндіна Н.А., Сідашенко О.І.
АНАЛІЗ ЕПІДЕМІЧНОЇ СИТУАЦІЇ ПОШИРЕННЯ ВІРУСУ СКАЗУ В УКРАЇНІ 480

Роман Лорелло
РОЗВ'ЯЗАННЯ ГЛОБАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ СИНДРОМУ РУЙНУВАННЯ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ 483

Сікорська А.О., Воронкова Ю.С.
БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В КРОВІ ПРИ ІШЕМІЧНОМУ ІНСУЛЬТІ 484

Ходюш О.В., Миронова І.Г., Рудченко А.Г.
СТАН ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕГАЗАЦІЇ МЕТАНУ НА ШАХТІ ІМ. ГЕРОЇВ КОСМОСУ 487

ЗМІСТ

Шибка О.А., Борисовська О.О.
ВПРОВАДЖЕННЯ ІЄРАРХІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ НА ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ (НА ПРИКЛАДІ ВІДХОДІВ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ) 490

Шуба С.С., Сідашенко О.І.
АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА СТАН ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ 493

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

Антонов М.С., Папаїка Ю.А.
ЦИФРОВІ ПІДСТАНЦІЇ В СУЧАСНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ 497

Бас А.К., Сдвижкова ОО.
ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ВУЗЛІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ 501

Horpyniak A.R., Kolb A.A.
DEVELOPMENT OF RESILIENT SMART HOME SYSTEMS IN UKRAINE: APPLICATION OF AI AND IOT FOR AUTONOMOUS OPERATION 505

Danylov D.V., Kolb A.A.
ADVANCED METHODS FOR IMPROVING POWER QUALITY IN UKRAINE USING SMART HOME SYSTEMS: ADAPTIVE CONTROL AND ENERGY FLEXIBILITY APPROACHES 507

Драган М.Д., Рухлова Н.Ю.
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ЯДЕРНИХ АКУМУЛЯТОРІВ 509

Замкова О.А., Кошеленко А.О.
ДОСЛІДЖЕННЯ ПИТОМОЇ ВАРТОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ВІД КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ 512

Куриляк Д.М., Ципленков Д.В.
ПОТЯГИ СИСТЕМИ МАГЛЕВ 514

Лобода А.Ю., Бородай В.А.
ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ 517

Лобода А. Ю., Лисенко О.Г.
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ПІДСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ СТАНДАРТІВ IEC 61850 ТА IEC 61499 519

Мосьпан К.І., Колб А.А.
ЗМІНИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА МОЖЛИВІ НАПРЯМИ ЇЇ ПОКРАЩЕННЯ 522

Попудін О.С., Рухлова Н.Ю.
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ 524

З М І С Т

Самойленко Є.Я., Олішевський Г.С.
ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕХОДУ НА ВОДНЕВЕ ПАЛИВО В ПРОМИСЛОВОМУ ТА МУНІЦИПАЛЬНОМУ СЕКТОРАХ 527

Селівра В.Г., Лисенко О.Г.
ДОСЛІДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНИХ СПОТВОРЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ ЗА ДОПОМОГОЮ DIgSILENT POWERFACTORY 530

Харламов Н.С., Олішевський Г.С.
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ВОДООЧИЩЕННЯ ТА ВОДОПІДГОТОВКИ 532

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Алексєєнко Є.Д., Ширін А.Л.
NODE.JS У РОЗРОБЦІ СУЧАСНИХ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ 535

Андрієнко О.Ю., Ширін А.Л.
АЛГОРИТМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЯПОНСЬКОЇ МОВИ 538

Коробко В.О., Нікулін С.Л., Сергєєва К.Л.
ЕКОЛОГІЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ НОВОГО ПОКОЛІННЯ. МАЙБУТНЄ ПЛАНЕТИ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ТА НЕЙРОМЕРЕЖ 541

Кравцова В.Є., Спірінцев В.В., Ширін А.Л.
ПСИХОЛОГІЯ КОЛЬОРУ У ВЕБДИЗАЙНІ 545

Кравцова В.Є. Ширін А.Л., Приходченко С.Д
РОЗРОБКА ДОДАТКІВ З ГРАФІЧНИМ ІНТЕРФЕЙСОМ МОВОЮ JAVA 548

Лисиченко І.Ю. Харь А.Т., Спірінцев В.В.
REDIS ЯК ІНСТРУМЕНТ КЕШУВАННЯ У СУЧАСНИХ ВЕБДОДАТКАХ 551

Мауріна К.В. Ширін АЛ.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ МОНОЛІТНИХ ТА API ОРІЄНТОВАНИХ CMS У КОНТЕКСТІ РОЗРОБКИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РЕКЛАМНОЮ МЕРЕЖЕЮ 554

Metolkin D.M., Shyrin A.L., Prykhodchenko S.D.
CREATING GAMES WITH HIGH FIDELITY GRAPHICS IN UNITY 557

Наливайко М.В. Ширін А.Л.
АНАЛІЗ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КОНТЕНТОМ WORDPRESS ЯК ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ БІЗНЕСУ 560

Панін К.А., Ширін А.Л.
СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТИ ТА ПРАКТИКИ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ 563

Петренко М.В., Кротенко А.Г.
АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНОГО КОДУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 566

ЗМІСТ

Полянський А.О., Кротенко А.Г.
LOGICLAB: ВЕБ-СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІЧНИХ СХЕМ 568

Різниченко Л.В.,Ширін А.Л., Спірінцев В.В.
ВИКОРИСТАННЯ БІБЛІОТЕКИ REACT ДЛЯ СТВОРЕННЯ АДАПТИВНИХ ІНТЕРФЕЙСІВ 570

Різниченко Л.В., Ширін А.Л., Приходченко С.Д.
ОГЛЯД НОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МОВИ JAVA У РЕЛІЗАХ JAVA 24 ТА JAVA 25 573

Сологуб Д.Д., Ширін А.Л.
АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ BACKEND-ЧАСТИНИ ЗАСТОСУНКУ МОВОЮ ПРОГРАМУВАННЯ JAVA 576

Сологуб Д.Д., Ширін А.Л., Спірінцев В.В.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ CSS, ЩО ЗАМІНЮЮТЬ JS-БІБЛІОТЕКИ 579

Сольона І.Р.,Шибка О.С.
РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЛАНДШАФТНІ ТА УРБАНІЗОВАНІ ТЕРИТОРІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 582

Строй Б.В., Ширін А.Л., Спірінцев В.В.
МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА ЯК СУЧАСНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ ВЕБСИСТЕМ 586

Фурманчук Д.В., Ширін А.Л., Приходченко С.Д.
ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОРІВНЕВОЇ АРХІТЕКТУРИ ПРИ РОЗРОБЦІ ЗАСТОСУНКУ МОВОЮ JAVA 589

Фурманчук Д. В. Ширін А.Л., Спірінцев В.В.
РОЗРОБКА ВЕБІНТЕРФЕЙСУ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ З УРАХУВАННЯМ ПРИНЦИПІВ UI/UX-ДИЗАЙНУ 593

Kholodiuk A.D., Prykhodchenko S.D.
EXPLORING VECTOR REPRESENTATION METHODS FOR TEXT DATA IN JAVA APPLICATIONS. AN AI ASSISTANT CASE STUDY 597

Холодюк А.Д., Ширін А.Л., Спірінцев В.В.
ВИКОРИСТАННЯ КОНФЛІКТНО-СТІЙКИХ РЕПЛІКОВАНИХ ТИПІВ ДАНИХ (CRDT) ДЛЯ РОЗРОБКИ КОЛАБОРАТИВНИХ ДОДАТКІВ 601

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ

Авчиннікова А.І., Бубліков А.В.
ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПОБУТОВИХ ПРИЛАДІВ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ НА ОСНОВІ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ 605

Гошовська Д.В., Глухова Н.В.
ОЦІНКА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ 607

З М І С Т

Жадан К.Є., Карпенко О.В.
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ ВОЛОГИМ МЕТОДОМ 609

Іванчук Ю.О., Карпенко О.В.
КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ МЕТОДІВ ФІЛЬТРАЦІЇ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ 611

Коваленко Р.О., Колисниченко І.Ю.
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ РЕАКТОРА-СТЕРИЛІЗАТОРА МЕДИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ ДАНИМИ 613

Корчемний Н.А., Карпенко О.В.
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБЛАДНАННЯМ АДСОРБЦІЙНОГО ОСУШЕННЯ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ 616

Кузьменко Д.М., Бубліков А.В.
ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА СИНТЕЗ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ОБЕРТАННЯ РОТОРА ТУРБІНИ НА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ 618

Нефедьєв Є.Г., Карпенко О.В.
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ БАГАТОЯРУСНОЇ КЛІМАТИЧНОЇ КАМЕРИ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІВНЯ CO2 621

Новіков Є.С., Карпенко О.В.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ТЕРМІЧНИМ ВУЗЛОМ ХАРЧОВОГО ЕКСТРУДЕРА НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ 623

Pavlenkov V.V., Sosnin K.
AUTOMATION OF THE GRAIN MOISTENING TECHNOLOGICAL PROCESS 625

Сотников П.П., Карпенко О.В.
МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КАНАЛУ КОНТРОЛЮ ОПОРУ ЗАЗЕМЛЕННЯ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ 627

Філоненко І.М., Карпенко О. В.
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ РІВНЕМ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ В БІОРЕАКТОРІ НА ОСНОВІ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ 629

Shapoval R.S., Sosnin K.
COSMETICS EMULTIONS TEMPERATURE CONTROL SYSTEM IN CHEMICAL REACTOR 631

Shvets K., Sosnin K.
AUTOMATION OF GRAIN HEATING PROCESS IN SUKUP MODULAR DRYER 633

З М І С Т

ЕКОНОМІКА І УПРАВЛІННЯ

Агутенков Р.Л., Трифонова О.В.
РОЛЬ ОБОРОТНИХ ЗАСОБІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНИХ ОРГАНІЗАЦІЙ 636

Бекетова М.О., Трифонова О.В.
ОПТИМІЗАЦІЯ КАНАЛІВ РОЗПОДІЛУ ПРОДУКЦІЇ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ 639

Бондарець А.Р., Хомюк Н.Л.
УПРАВЛІННЯ АСОРТИМЕНТНОЮ ПОЛІТИКОЮ ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ НА ОСНОВІ ABC- ТА XYZ-АНАЛІЗУ 642

Величай М.С., Трифонова О.В.
ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ПЕРСОНАЛУ ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ КОМЕРЦІЙНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ 645

Веремчук А.О., Хомюк Н.Л.
ОСОБЛИВОСТІ СТРАТЕГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПОСИЛЕННЯ КОНКУРЕНЦІЇ 647

Гаврилюк К.В., Тоцька О.Л.
УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ 650

Дейнека Р. В., Тоцька О.Л.
ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ 653

Дорогань Д.І., Трифонова О.В.
ВИРОБНИЧИЙ ЦИКЛ ПІДПРИЄМСТВА: СТРУКТУРА, ФАКТОРИ ВПЛИВУ ТА НАПРЯМИ СКОРОЧЕННЯ 655

Дубина А.О., Тоцька О.Л.
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗОВНІШНЬОЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ 657

Кукулевський М.О., Варяниченко О.В.
ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ БЮДЖЕТУВАННЯ НА ПРИКЛАДІ КОМПАНІЇ «UNILEVER» 659

Кушнір Є.А., Хомюк Н.Л.
ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ МАРКЕТИНГОВОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ПОСИЛЕННЯ КОНКУРЕНЦІЇ 662

Медведь А.О., Тоцька О.Л.
УПРАВЛІННЯ ПЛАТОСПРОМОЖНІСТЮ ЯК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА 665

З М І С Т

Міщенко Д.О., Ющишина Л.О.
КОМУНІКАЦІЙНИЙ СУПРОВІД ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ЗМІН НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ADKAR 667

Омельченко А.А., Варяниченко О.В.
УДОСКОНАЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ-ВИРОБНИКАХ ФЕРОСПЛАВІВ 670

Панасюк І.О., Буняк Н.М.
РЕСТРУКТУРИЗАЦІЯ ЯК ДІЄВИЙ ІНСТРУМЕНТ АНТИКРИЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ 673

Пантюк С.Р., Трифонова О.В.
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ДРАЙВЕР СИНЕРГЕТИЧНОГО ЕФЕКТУ ТА ЕКОНОМІЧНОЇ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ 675

Панфілова Е.В., Ющишина Л.О.
МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЮ КУЛЬТУРОЮ ПІДПРИЄМСТВА 678

Pashchenko D.O., Papizh Yu.S.
MANAGEMENT OF INNOVATION ADAPTATION IN OIL AND GAS ENTERPRISES UNDER INSTABLE MARKET CONDITIONS 680

Романішина Ю.І., Крилова О.В.
БАНКІВСЬКА СИСТЕМА УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙНИ: РИЗИКИ ТА ОЦІНКА БЕЗПЕКИ 683

Самойленко Ю.І., Баранець Г.В.
ЕВОЛЮЦІЯ ПІДХОДІВ ДО РОЗУМІННЯ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА 686

Свиридюк Р. Р., Хомюк Н.Л.
ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМУ ВИРОБНИЧОГО МЕНЕДЖМЕНТУ 688

Сливенко А. О., Пістунов І.М.
ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ РОЗРОБКИ ГАЗОВОГО РОДОВИЩА МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ ІГОР 691

Смаль Я.С., Ющишина Л.О.
СТРАТЕГІЇ ФОРМУВАННЯ ПРИБУТКУ ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ РИЗИКІВ ТА РИНКОВОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ 694

Ушпик Е.Р., Варяниченко О.В.
УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМ РОЗВИТКОМ «ТОРГОВИЙ ДІМ «ХЛІБОЗАВОД №10» 697

Фоміних Є.І., Трифонова О.В.
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ ТА УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМИ РЕСУРСАМИ ПІДПРИЄМСТВА 700

З М І С Т

Шабанова О.К., Трифонова О.В.
ЕФЕКТИВНОСТІ РІШЕНЬ У СФЕРІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТО-СПРОМОЖНІСТЮ ПДПРИЄМСТВА 702

Шабанова О.К., Дудко В.В., **Варяниченко О.В.**
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ БЮДЖЕТУВАННЯ В КОМПАНІЯХ TOYOTA ТА AUDI 705

Шмаранчук Д.В., Волинець І.Г.
ФОРМУВАННЯ АНТИКРИЗОВОЇ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА НА ЗАСАДАХ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ 708

ІНЖИНІРИНГ ТА ДИЗАЙН

Автономов К.Д., Безрукава О.Г.
РЕЛЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ ІНВЕРТОРА ЯК ЗАСІБ ЗАХИСТУ ПОБУТОВИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ 711

Акулінін Д.Р
МОДУЛЬ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СПРОЩЕНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВЕКТОРНОГО КЕРУВАННЯ БЕЗЩІТКОВИМ СИНХРОННИМ ДВИГУНОМ 714

Боровков Д.А., Кротенко А.Г.
ПРОЄКТУВАННЯ 3D-ДРУКОВАНОГО МОДУЛЬНОГО КРИЛА БПЛА 716

Вдовенко І.Є., Руденко А.В.
ВПЛИВ ВІЙНИ НА МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В УКРАЇНІ 719

Гавриленко С.С., Заболотний К.С., Анциферов О.В.
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ВЕРИФІКАЦІЯ УДАРНО-ЗАТУХАЮЧОГО РЕЖИМУ БАЛКОВОЇ МОДЕЛІ СЕРЕДНЬОГО КОЛОСНИКА ГРОХОТА-ПЕРЕВАНТАЖУВАЧА 724

Гулюк П.П., Захарова Д.Р.
РОЗРОБКА УЗГОДЖЕНОГО ЦИФРОВОГО КОНТУРУ АНАЛІЗУ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БПЛА НА ПРИКЛАДІ MQ-1 PREDATOR 727

Іваненко І.В., Шкут А.П.
ЦИФРОВА РЕКОНСТРУКЦІЯ ТОКАРНО-ГВИНТОРІЗНОГО ВЕРСТАТА 1Б61А: НАСТУПНИЙ ЕТАП ВІДТВОРЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ КІНЕМАТИКИ 730

Комаров І.О., Руденко А.В.
АНАЛІЗ МІГРАЦІЙНИХ ПОТОКІВ НАСЕЛЕННЯ ТА СТВОРЕННЯ ПРОГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ 732

Кузьменко О.Р., Вернер І.В.
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У 3D МОДЕЛЮВАННІ: ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ПОЧАТКІВЦІВ 735

ЗМІСТ

Татаринцева В.А., Кротенко А.Г.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХОРДИ ТА КУТА ЗАКРУЧЕННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІТРОГЕНЕРАТОРА В УМОВАХ НИЗЬКИХ ЧИСЕЛ РЕЙНОЛЬДСА 737

ГІРНИЧА ПРОМИСЛОВІСТЬ ТА ГЕОІНЖЕНЕРІЯ

Валов К.К., Мамайкін О.Р.
ВДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ ОЦІНКИ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ 741

Гладишев Б.О., Руських В.В.
ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ЗОЛЬНОСТІ ВУГІЛЛЯ В УМОВАХ ПЛАСТА С5 ШАХТИ ІМЕНІ ГЕРОЇВ КОСМОСУ 743

Єресько О.О., Шека І.В.
АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГІРСЬКОГО МАСИВУ ПРИ ВЕДЕННІ ПІДЗЕМНИХ РОБІТ 746

Кесарь П.О., Медяник В.Ю.
ДОСВІД ВІДПРАЦЮВАННЯ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ НА ШАХТІ ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ ПРАТ «ДТЕК ПАВЛОГРАДВУГІЛЛЯ» 748

Кобець В.В., Малашкевич Д.С.
ЦИРКУЛЯРНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У ГІРНИЧО-ЕНЕРГЕТИЧНОМУ КОМПЛЕКСІ 751

Кубкін С.В., Малашкевич Д.С.
АНАЛІЗ МАЛОВІДХОДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ЇХ РОЛЬ У СТАЛОМУ РОЗВИТКУ 754

Semeniuta A., Lapko V.
JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF COAL EXTRACTION TECHNOLOGY USING THE DBT PLOUGH SYSTEM UNDER THE MINING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE “ZAKHIDNO DONBASKA” MINE OF PJSC “DTEK PAVLOHRADVUHILLIA” 756

Терещенко Н.А., Саїк П.Б.
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДЗЕМНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГІЛЛЯ НА ОСНОВІ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕПЛОВОГО БАЛАНСУ 759

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА СОЦІАЛЬНА ПОЛІТИКА

Благодатна В.В., Варяниченко О.В.
ВПЛИВ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА РОЗВИТОК ДЕРЖАВИ 762

Гуржій О.Є., Чикаренко І.А.
СТРАТЕГІЧНИЙ РОЗВИТОК ІТ-СЕКТОРУ МІСТА В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ДНІПРОВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ) 765

З М І С Т

Прядка А.О., Бородін Є.І.
МІСЬКИЙ МОЛОДІЖНИЙ ЦЕНТР ЯК СУБ'ЄКТ МОЛОДІЖНОЇ РОБОТИ: ДОСВІД М. КАМ'ЯНСЬКЕ 768

Судак А.А., Бородін Є.І.
ВНУТРІШНЬО ПЕРЕМІЩЕНІ ОСОБИ ЯК ОБ'ЄКТ СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ В УКРАЇНІ 771

Топчий О.О., Сергієнко Е.О.
ІНСТУМЕНТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДКРИТОСТІ ТА ПРОЗОРОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ 774

Шишлевська А., Назаренко М.О.
ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ УЧАСТІ ГРОМАДСЬКОСТІ У ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ 777

ПРАВО

Бунзило Д.Ю., Світличний О.О.
КОНЦЕПЦІЯ НЕОБЕРЕЖНОГО СПІВЗАПОДІЯННЯ У КРИМІНАЛЬНОМУ ПРАВІ 780

Гімаздінов Т.Р., Світличний О.О.
ШАХРАЙСТВО З НЕРУХОМІСТЮ: КУПІВЛЯ-ПРОДАЖ ТА ОРЕНДА 783

Горчаков М.С., Світличний О.О.
ОКРЕМІ ПИТАННЯ КРИМІНАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПРИ ВЧИНЕННІ КРИМІНАЛЬНИХ ПРАВОПОРУШЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ 786

Заболотна І.Є., Потіп М.М.
ПРАВОПОРУШЕННЯ У СФЕРІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД ТА ПОЗБАВЛЕННЯ ПРАВА КЕРУВАТИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ, ЯК ДОДАТКОВЕ ПОКАРАННЯ: СУДОВА ПРАКТИКА УКРАЇНИ ТА ПРАКТИКА ЄСПЛ 788

Кравченко К.К., Світличний О.О.
ДОЦІЛЬНІСТЬ СМЕРТНОЇ КАРИ ЯК НАЙВИЩОЇ МІРИ ПОКАРАННЯ 792

Павлюк Д.В., Тюря Ю.І.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРАВОВИХ РЕЖИМІВ ДЕФЕНС СІТІ ТА ДІЯ СІТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ 795

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА

Андріюк В.Р., Трофимова О.П.
ДО ПИТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ КІСТКОВОГО ЦЕМЕНТУ 800

Андріюк В.Р., Панченко С.П.
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЄКТУВАННЯ МЕДИЧНИХ ВИРОБІВ 801

З М І С Т

Бутирін К.Д.,Серомашенко Ю.М., Трофимова О.П.
ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВОЛОГОСТІЙКИХ ПРОТЕЗІВ 803

Гладчук Т.Д., Ротт Н.О.
СТВОРЕННЯ ПРОТОТИПУ ДЕТАЛІ МЕТОДОМ 3D-СКАНУВАННЯ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ 806

Заморена Н.В., Слупська Ю.С.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТА ЗНОШУВАННЯ ЗУБНИХ ІМПЛАНТАТІВ ІЗ ТИТАНУ ТА ЦИРКОНІЮ 809

Івасенко А.С., Науменко О.Г.
НАНОСТРУКТУРОВАНІ ГІДРОФОБНІ ПОКРИТТЯ ДЛЯ САМООЧИЩУВАЛЬНОГО СКЛА 814

Лісничий М.Є., Гамецька Ю.Р., Ротт Н.О
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЄМНОСТЕЙ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ПІД ТИСКОМ 817

Міллер А.О., Титаренко В.В.
ОЦІНКА МЕХАНІЧНОЇ МІЦНОСТІ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ 821

Нацвлішвілі Т.С., Слупська Ю.С.
СУЧАСНИЙ СТАН ТА МАТЕРІАЛОЗНАВЧІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОСТРУКТУР У СИСТЕМАХ МЕДИЧНОГО МОНІТОРИНГУ 824

Панченко П.Д., Панченко С.П.
МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ 826

Петришин Т.Д., Науменко О.Г.
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ TiN ТА CrN ДЛЯ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ 828

Пяткіна З.О., Панченко С.П.
БІОСУМІСНІ МАТЕРІАЛИ В МЕДИЦИНІ 830

Романець М.Р., Панченко С.П.
ІНЖЕНЕРНІ ПІДХОДИ ДО ЛІКУВАННЯ ПЕРЕЛОМІВ ДОВГИХ КІСТОК ЛЮДИНИ 832

Соколов М.О., Мацюк І.М.,Федоскіна О.В.
БІОНІЧНИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ АДАПТИВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ 835

Ткаченко М.Ю., Титаренко В.В.
ЛАЗЕРНО-СТИМУЛЬОВАНЕ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ НІКЕЛЕВИХ ПОКРИТТІВ 838

ЗМІСТ

Зіборова С.К., Старих Д.М., Трофимова О.П.
ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОФЕРМОВИХ СТРУКТУР У СУЧАСНИХ ОРТОПЕДИЧНИХ ІМПЛАНТАХ 841

МОВОЗНАВЧІ ТА ЛІТЕРАТУРОЗНАВЧІ ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ
підсекція ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ У МОВІ

Антоненко В.І., Калько В.В.
ЛІНГВАЛЬНИЙ ДОСВІД ІНДИВІДА КРІЗЬ ПРИЗМУ МЕТОДУ МОВНОЇ БІОГРАФІЇ . 845

Бас А.К., Ігнатьєва С.Є.
ТЕРМІН «АКОРД» У ПРОФЕСІЙНІЙ ТА ЗАГАЛЬНІЙ МОВІ 848

Бєлянська М.С., Ігнатьєва С.Є.
МОВНІ ЗАСОБИ ВИРАЖЕННЯ МАСКУЛІННОСТІ ТА ФЕМІННОСТІ В СУЧАСНИХ МЕДІА 852

Бухіннік П.Д., Ігнатьєва С.Є.
НЕОЛОГІЗМИ З КОМПОНЕНТОМ КІНО- В КІНЕМАТОГРАФІЧНІЙ ТЕРМІНОСИСТЕМІ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ 856

Вініченко А.Р., Москаленко Н.О.
СТИЛІСТИЧНІ МАРКЕРИ СУЧАСНОГО МОВЛЕННЯ У ТВОРІ МАРКА МЕНСОНА “THE S. A. OF N. G. A F*CK” ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ВІДТВОРЕННЯ УКРАЇНСЬКОЮ 860

Гармаш Д.С., Ігнатьєва С.Є.
ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ МОВНИХ ЗАСОБІВ ВИРАЖЕННЯ МАСКУЛІННОСТІ ТА ФЕМІННОСТІ В СУЧАСНИХ МЕДІА 862

Дідора В.В., Ігнатьєва С.Є.
ГЕНДЕРНІ СТЕРЕОТИПИ В УКРАЇНСЬКОМУ РЕКЛАМНОМУ ДИСКУРСІ 865

Діхтяр А.В., Калько В.В.
АРЕМІЇ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНО СВІДОМОЇ МОВНОЇ ОСОБИСТОСТІ 867

Журавльов Д.В., Ігнатьєва С.Є.
ЕМОЦІЙІСТЬ ЯК ГЕНДЕРНО МАРКОВАНА КАТЕГОРІЯ МОВЛЕННЯ 870

Зима Н.О., Остапенко С.А.
ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАНСПОЗИЦІЇ В УКРАЇНОМОВНОМУ ПЕРЕКЛАДІ РОМАНУ СТІВЕНА КІНГА «КЛАДОВИЩЕ ДОМАШНІХ ТВАРИН» 873

Іванська І.А., Піддубна Н.В.
ТЕРМІН «МОВА ВОРОЖНЕЧІ» У СУЧАСНОМУ НАУКОВОМУ ДИСКУРСІ 876

Кащенко С.А., Остапенко С.А.
ВЖИВАННЯ АБРЕВІАТУР В МЕДІА (НА ОСНОВІ МАТЕРІАЛІВ BBC NEWS) 879

З М І С Т

Кермас А.М., Ігнатьєва С.Є.
ГЕНДЕРНІ ОСОБЛИВОСТІ МОВЛЕННЄВОЇ ПОВЕДІНКИ СТУДЕНТІВ У НЕФОРМАЛЬНОМУ СПІЛКУВАННІ 882

Кравченко В.Д., Москаленко Н.О.
ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ МЕТАФОР ТА ПОРІВНЯНЬ У ПЕРЕКЛАДІ ТВОРУ МАРКА МЕНСОНА «ВИТОНЧЕНЕ МИСТЕЦТВО ЗАБИВАТИ НА ВСЕ» 886

Кремінь Є.Е., Ігнатьєва С.Є.
ЗАПОЗИЧЕННЯ З КІНЦЕВИМ –ЕР У ДИСКУРСІ ІНДУСТРІЇ КРАСИ: ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ 889

Лимарчук В.О., Ігнатьєва С.Є.
ГЕНДЕРНІ СТЕРЕОТИПИ В УКРАЇНСЬКОМУ РЕКЛАМНОМУ ДИСКУРСІ 892

Маслюк Т.К., Ігнатьєва С.Є.
ВІДІЄСЛІВНІ МУЗИЧНІ ТЕРМІНИ ЯК СКЛАДНИК ПРОФЕСІЙНОЇ ЛЕКСИКИ В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ 895

Махиня К. Й., Ігнатьєва С. Є.
НОВІТНЯ МЕДІАТЕРМІНОЛОГІЯ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ: УКРАЇНСЬКИЙ КОНТЕКСТ 898

Наконечний Є.В., Царьова І.В.
ПОЛІЦІЙНІ ЛЕКСЕМИ: МОВА ПОРЯДКУ, ВЛАДИ ТА СУСПІЛЬСТВА 902

Невидайло А.Д., Ігнатьєва С.Є.
ГЕНДЕРНІ АСПЕКТИ КОМПЛІМЕНТІВ У СУЧАСНІЙ КОМУНІКАЦІЇ 904

Оскаленко І.С., Ігнатьєва С.Є.
МОВНІ ПРАКТИКИ ІНКЛЮЗИВНОСТІ В СУЧАСНИХ УКРАЇНСЬКИХ МЕДІА 907

Оскаленко І.С., Ігнатьєва С.Є.
ПРОЯВИ СЕКСИЗМУ В УКРАЇНСЬКОМУ СЕГМЕНТІ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ 911

Pasichnyk V.O., Stoliarska O.V.
CHALLENGES I. T. MECHANICAL E. T. 914

Пономаренко А.Г., Шитик Л.В.
ВИКОРИСТАННЯ ОСВІТНЬОГО ШІ-АСИСТЕНТА ДЛЯ РОЗВИТКУ ВЛАСНОГО ІНТЕЛЕКТУ 916

Руденко С.М., Ігнатьєва С.Є.
МЕТАФОРИЗАЦІЯ СТЕПУ В ПОЕТИЧНОМУ ДИСКУРСІ ЛЕСІ СТЕПОВИЧКИ 919

Самохіна О.С., Ігнатьєва С.Є.
ШЛЮБНІ І МОРАЛЬНІ НОРМИ В УКРАЇНСЬКИХ ПРИСЛІВ'ЯХ І ПРИКАЗКАХ: ЛІНГВІСТИЧНИЙ АСПЕКТ 922

З М І С Т

Тахтарова М.О., Ігнатьєва С.Є.
СЕКСИЗМ У РЕКЛАМНОМУ ДИСКУРСІ: ЛІНГВІСТИЧНИЙ АНАЛІЗ 927

Тіханіна М.С., Ігнатьєва С.Є.
ФЕМІНІТИВИ В СУЧАСНОМУ ПРОСТОРІ: ПОГЛЯД МОЛОДІ 931

Франт В.Д., Соломаха Н.І.
МОЛОДІЖНИЙ СЛЕНГ ЯК СФЕРА ВИКОРИСТАННЯ АНГЛІЗМІВ 936

Царьова К.О., Нестеренко Н.Ю.
МІЛІТАРНІ НАРАТИВИ У ФІЛЬМАХ «КІБОРГИ» (2017) ТА «МИРНИЙ-21» (2023) 939

Ялоза Д.М., Луценко В.І.
ТОПОНІМИ СІЧЕСЛАВЩИНИ В ПОЕЗІЇ МИКОЛИ МИКОЛАЄНКА 941

МОВОЗНАВЧІ ТА ЛІТЕРАТУРОЗНАВЧІ ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ
підсекція ДИСКУРСИВНІ ПРАКТИКИ У ЛІТЕРАТУРІ

Бас А.К., Біляцька В.П.
ІСТОРІОСОФІЯ ПОЕМИ «ІРІЙ» Б. МОЗОЛЕВСЬКОГО 944

Бухіннік П.Д., Біляцька В.П.
ПОЕТИКА ЕТЮДІВ ЗБІРКИ «СТИХІЯ» ОЛЕСІ ОМЕЛЬЧЕНКО 947

Ігнатенко П.О., Данюк А.О.
МІФОПОЕТИЧНА ПАРАДИГМА ПЕРСОНАЖНОЇ СИСТЕМИ В РОМАНІ ІЛЛАРІОНА ПАВЛЮКА «Я БАЧУ, ВАС ЦІКАВИТЬ ПІТЬМА» 950

Ковальова І.О., Данюк А.О.
ШЕВЧЕНКОВІ МОТИВИ У ТВОРЧОСТІ ГАННИ СВІТЛИЧНОЇ 953

Кремінь Є.Е., Ромас Л.М.
ЛІРИКО-ФІЛОСОФСЬКІ АЛЮЗІЇ У ЗБІРЦІ СЕРГІЯ ЗЛЮЧОГО «ТИША ТЯЖІННЯ» 956

Лесюк Н.Г., Данюк А.О.
ІНТЕРПРЕТАЦЯ ОБРАЗУ ДОН ЖУАНА У СВІТОВІЙ ТА УКРАЇНСЬКІЙ ЛІТЕРАТУРАХ 959

Махиня К.Й., Ромас Л.М.
ОБРАЗ СИЛЬНОЇ ЖІНКИ В РОМАНІ ВОЛОДИМИРА ДАНИЛЕНКА «ТА, ЩО ТРИМАЄ НЕБО» 962

Novikova A.I., Kusmenko I.I., Havrylova A.V.
LA P. M.» DE O. H.: LA FILOSOFÍA DE VIDA Y CREATIVIDAD 964

ПІДПРИЄМНИЦТВО, ТОРГІВЛЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ

Антонова І.В., Пілова Д.П.
ПРОБЛЕМА КОНТРАФАКТНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ЗАПЧАСТИН ТА РОЛЬ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ У ЇХ ЗАПОБІГАННІ 967

З М І С Т

Астапов Н.С., Сергєєва О.Р.
МУЗИКОТЕРАПІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ БІЗНЕСУ: НОВІ МОЖЛИВОСТІ ДЛЯ ПІДПРИЄМНИЦТВА 969

Галєєв В.О., Горпинич О.В.
ВПРОВАДЖЕННЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ПРИ СТРАТЕГІЧНОМУ ПЛАНУВАННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ 971

Гергель М.М., Сергєєва О.Р.
ОНЛАЙН-ТРЕНУВАННЯ: ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ 974

Holubenko D.I., Shapoval V.A.
CURRENT PROSPECTS OF UKRAINIAN-JAPANESE ECONOMIC COOPERATION 976

Дереза А.В., Шаповал В.А.
ВИКЛИКИ ГЛОБАЛЬНОГО РИНКУ ДО БІЗНЕС-МОДЕЛІ УКРАЇНСЬКИХ ВИРОБНИКІВ ВЕРШКОВОГО МАСЛА 979

Єршова К.Є., Лола В.В.
ЦИФРОВІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ БІЗНЕСУ ТА ДЕРЖАВНИХ СТРУКТУР ЯК ЧИННИК ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАЛОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА 982

Зозуля Н.К., Сергєєва О.Р.
ІНФОРМАЦІЙНІ ПЛАТФОРМИ ЯК ОДИН ІЗ ФАКТОРІВ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ РИНКУ 985

Кичак М.В., Тимошенко Л.В.
РОЗВИТОК КАВ'ЯРЕНЬ В УМОВАХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ЗМІН 987

Лотарева Г.Ю., Сергєєва О.Р.
РОЛЬ МАРКЕТИНГУ У РОЗВИТКУ КАВ'ЯРНІ 989

Молочкова С.О., Шаповал В.А.
КРЕАТИВНІСТЬ УКРАЇНСЬКОГО БІЗНЕСУ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ ЯК ЧИННИК СТРАТЕГІЧНОЇ ГНУЧКОСТІ 990

Мороховець В.Ю., Горпинич О.В.
ДИВЕРСИФІКАЦІЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА АГРОПРОМИСЛОВОГО БІЗНЕСУ 993

Півняк В.А., Вагонова О.Г.
СТАН, ВИКЛИКИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОГО МАЛОГО БІЗНЕСУ 995

Півняк В.А., Вагонова О.Г.
ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ МЕРЕЖЕВОЇ КОМПАНІЇ ПО ПРОДАЖУ ПАЛЬНОГО В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОГО РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА 999

З М І С Т

Слєпова Д.О., Кагадій Т.С.
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ РОЗРАХУНКАХ 1002

ХІМІЧНІ, БІОХІМІЧНІ ТА МЕДИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гіргірчик С.Д., Свєткіна О.Ю., Черданцева К.О., Тарасова Г.В.
ТЕХНОЛОГІЯ УТИЛІЗАЦІЇ СКЛЯНИХ ВІДХОДІВ У ПЕРІОД ВОЄННОГО ТА ПОВОЄННОГО ЧАСУ 1006

Гловацька В.В., Свєткіна О.Ю., Тарасова Г.В.
ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ НАПОВНЮВАЧА-СТАБІЛІЗАТОРА ДЛЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ 1009

Huz O., Trofymova O.
CAPABILITIES OF THE MATLAB ENVIRONMENT IN MODELING BIOLOGICAL SYSTEMS AND THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM 1012

Дружко Д.О., Овчаренко А.О., Пантелеєва О.С., Черданцева К.О.
ГІДРОЛІЗ КЛАСТЕРНОЇ СПОЛУКИ РЕНІЮ(III) З ТРЕОНІНОМ 1015

Трофимова О.П., Дацок О.М.
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПНЕВМОТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ РУХЛИВОСТІ КИСТІ 1018

Шелепов С.В., Коверя А.С., Овчаренко А.О.
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЮ: НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО ЙОГО ЗБЕРІГАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ, ОДОРИЗАЦІЇ ТА КОЛОРИЗАЦІЇ 1019

Яська Д.Г., Вергун О.О.
ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ УРБОЕКОСИСТЕМ 1021

Яська Д.Г., Руденко А.В.
ЗОРОВИЙ АПАРАТ ТА СУЧАСНІ МЕТОДИ КОРЕКЦІЇ ЗОРОВИХ ПОРУШЕНЬ 1023

ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПЕЙСЬКОМУ СОЮЗІ

Shapoval M.O., Pinchuk S.A.
COMPARATIVE ANALYSIS OF TRACE ELEMENTS IN GLOBAL AND UKRAINIAN COALS 1026

Білоштан П.Є., Шустов О.О.
ПЕРСПЕКТИВИ ОСВОЄННЯ КОБАЛЬТУ З РОДОВИЩ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ УКРАЇНИ 1029

Кузьменко С.Г., Деревягіна Н.І.
ОЦІНКА ТА ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ 1032

ЗМІСТ

Євницький М.К., Анісімов О.О.
РОБОТИЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИДОБУТКУ МІНЕРАЛЬНИХ РЕСУРСІВ 1034

Shyshkov O., Ishkov V.V., Pavlenko L.V.
TECHNOGENIC DEPOSITS OF COAL MINE WASTE IN WESTERN DONBAS AS SOURCE OF CRITICAL RAW MATERIALS: GEOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT 1036

Симоненко В.В., Анісімов О.О.
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ "ROCKLOCK" ПРИ ВИБУХОВИХ РОБОТАХ 1039

Батрак О.С., Деревягіна Н.І.
ПРО ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ СУЛЬФІДНИХ МІДНО-НІКЕЛЕВИХ РОДОВИЩ 1041

Тубольцев В.В., Ломазов П.К.
РОЛЬ КРИТИЧНОЇ МІНЕРАЛЬНОЇ СИРОВИНИ У РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОСТІ ЯК ІНСТРУМЕНТУ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ 1043

Могилинець В.С., Деревягіна Н.І.
ГЕОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОКЛАДІВ МІДІ УКРАЇНИ 1046

Фадєєв В.Ю., Павличенко А.В.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВИДОБУТКУ КРИТИЧНОЇ СИРОВИНИ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ 1048

Літвінова К.С., Ложніков О.В.
ЦИРКУЛЯРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОСВОЄННЯ РОЗСИПНИХ ТИТАН-ЦИРКОНІЄВИХ РОДОВИЩ 1051

СВІТОВА ЕКОНОМІКА ТА МІЖНАРОДНІ ЕКОНОМІЧНІ ВІДНОСИНИ

Агафонов А.О., Пилипенко Ю.І.
КЛАСТЕРНІ ОБ'ЄДНАННЯ ЯК ФОРМА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ 1054

Ахмедов С.З.огли, Литвин М.В.
НЕРІВНІСТЬ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ КРАЇН СВІТУ 1058

Балицький О.О., Геращенко С.О.
РОЛЬ ТРАНСНАЦІОНАЛЬНИХ КОРПОРАЦІЙ У РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ ЕКОНОМІКИ 1060

Баштаннік А.О., Геращенко С.О.
СВІТОВА МІГРАЦІЯ РОБОЧОЇ СИЛИ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА СВІТОВЕ ГОСПОДАРСТВО 1062

Бекерова Є.Р., Пилипенко Г.М.
ІННОВАЦІЇ КОМПАНІЇ «TESLA» НА РИНКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ 1065

З М І С Т

Білоножка Є.А., **Литвин М.В.**
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПАРТНЕРСТВА УКРАЇНИ ТА США В ІТ-СФЕРІ 1067

Бондарева Г.О., **Пилипенко Г.М.**
СТРАТЕГІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЛІДЕРСТВА SAMSUNG ELECTRONICS В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ НА РИНКУ НАПІВПРОВІДНИКІВ 1069

Бородуліна К.О., **Литвиненко Н.І.**
ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ СИРНИХ СНЕКІВ НА РИНКУ СЛОВАЧЧИНИ 1071

Дикун Д.Д., **Геращенко С.О.**
ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ БЕЗПЕКУ КРАЇН ЄС 1074

Душенько А.І., **Пилипенко Ю.І.**
НАЦІОНАЛЬНА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ: СУТНІСТЬ ТА ВИМІРЮВАННЯ 1077

Ємельяненко А.С., **Смєсова В.Л.**
ВПЛИВ ГЕОЕКОНОМІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ПРЯМІ ІНОЗЕМНІ ІНВЕСТИЦІЇ КРАЇН СВІТУ 1080

Каменюк С.В., **Литвиненко Н.І.**
ВПЛИВ ІНСТИТУЦІОНАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК КРАЇНИ: НА ПРИКЛАДІ ІЗРАЇЛЮ, ІНДОНЕЗІЇ ТА УКРАЇНИ 1082

Керлан А.С., **Пилипенко Г.М.**
МІГРАЦІЯ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНОЇ РОБОЧОЇ СИЛИ 1085

Маховська Є.В., **Пилипенко Г.М.**
ПЕРСПЕКТИВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ LG ELECTRONICS У ГЛОБАЛЬНОМУ КОНКУРЕНТНОМУ СЕРЕДОВИЩІ 1088

Мельник В.П., **Литвин М.В.**
УКРАЇНА НА СВІТОВОМУ РИНКУ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ 1089

Москаленко А.Р., **Литвиненко Н.І.**
ОСОБЛИВОСТІ СТРАТЕГІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ РИНКУ СИРНИХ СНЕКІВ НІМЕЧЧИНИ 1091

Небрат С.О. Литвиненко Н.І.
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО РИНКУ УКРАЇНИ ЯК СКЛАДОВОЇ СВІТОВОГО РИНКУ 1094

Парфеєвець С.Д., **Литвиненко Н.І.**
АНАЛІЗ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА РИНКУ СИРНИХ СНЕКІВ ІТАЛІЇ 1097

Пікуль О., **Смесова В.Л.**
ПРОБЛЕМИ БІДНОСТІ У КРАЇНАХ СВІТУ 1100

З М І С Т

Самойленко М.А., Пилипенко Г.М.
ІННОВАЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗВИТОК КОМПАНІЇ SHELL PLC 1102

Сторчай Д.Д., Литвиненко Н.І.
ІНСТИТУЦІОНАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ ЯК ФАКТОР СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ 1105

Терпак М.К., Литвиненко Н.І.
ІНСТИТУЦІОНАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ Й ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ НА ПРИКЛАДІ АВСТРІЇ, УКРАЇНИ ТА ФІЛІППІН 1107

Тонконога К.Д., Смєсова В.Л.
ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ЗМІЦНЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙ 1110

Федоров А.О., Литвиненко Н.І.
ОСОБЛИВОСТІ ПРОСУВАННЯ ТОВ «ПРАЙМ СНЕК» НА РИНКУ СНЕКІВ НІМЕЧЧИНИ 1113

Фоменко Є.О., Пилипенко Г.М.
ІННОВАЦІЙНА СТРАТЕГІЯ BOEING ЯК ВІДПОВІДЬ НА КОНКУРЕНТНІ ВИКЛИКИ З БОКУ AIRBUS 1116

Фролова М.М., Пилипенко Ю.І.
ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ НА ПРИКЛАДІ VOLKSWAGEN AG 1118

Чубукова К.С., Смесова В.Л.
ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СВІТОВОГО АВТОМОБІЛЬНОГО РИНКУ 1120

Шевченко П.О., Смєсова В.Л.
МІГРАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В УКРАЇНСЬКІЙ ЕКОНОМІЦІ 1123

Ярошенко Д.Ю., Литвиненко Н.І.
ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНСТИТУЦІОНАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ВЕЛИКОБРИТАНІЇ ТА ІРАНУ 1125

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО ТА ТЕХНІЧНА ЕСТЕТИКА (продовження)

Андріюк В.Р., Слупська Ю.С.
ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОМАТЕРІАЛІВ НА ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ 1129

Волчков Д.О., Слупська Ю.С.
ЕНДОПРОТЕЗУВАННЯ В ОФТАЛЬМОЛОГІЇ ТА ОРТОПЕДІЇ: ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ЯКОСТІ ЖИТТЯ 1132

З М І С Т

Герасименко А.О., Слупська Ю.С.
БІОРОЗКЛАДНІ ІМПЛАНТИ: МАЙБУТНЄ БЕЗ ПОВТОРНИХ ОПЕРАЦІЙ 1135

Гузь О.В., Слупська Ю.С.
БІОЕЛЕКТРОННІ ІМПЛАНТАТИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ФУНКЦІЙ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ 1139

Доценко А.О., Слупська Ю.С
СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ У МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ 1143

Заморена Н.В., Слупська Ю.С.
АНАЛІЗ БІОМЕХАНІЧНИХ ЧИННИКІВ ТА КРИТЕРІЇВ БІОСУМІСНОСТІ МАТЕРІАЛІВ У СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ НЕЙРОПРОТЕЗУВАННЯ 1148

Лукін А.А., Слупська Ю.С.
НАНОМАТЕРІАЛИ ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ КІСТКОВИХ ТКАНИН 1152

Монахова К.В., Слупська Ю.С.
НАНОПРИСТРОЇ МЕДИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ 1155

Монахова К.В., Слупська Ю.С.
ВПЛИВ МІКРОСТРУКТУРНИХ ДЕФЕКТІВ НА ВТОМНЕ РУЙНУВАННЯ СТОМАТОЛОГІЧНИХ ІМПЛАНТАТІВ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЇХ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕМ 1158

Петришин Т.Д., Слупська Ю.С.
СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМИ РОЗВИТКУ МЕДИЧНИХ БІОСЕНСОРІВ НА ОСНОВІ НАНОМАТЕРІАЛІВ 1160

Пяткіна З.О., Слупська Ю.С.
ВПЛИВ РОЗМІРУ ТА ФОРМИ НАНОЧАСТИНОК НА ЇХ БІОАКТИВНІСТЬ 1163

Романець М.Р., Слупська Ю.С.
ВИБІР ШОВНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХІРУРГІЇ 1166

Шеремет М.С., Слупська Ю.С.
ВИКОРИСТАННЯ НАНОЧАСТИНОК СРІБЛА ДЛЯ СТВОРЕННЯ АНТИМІКРОБНИХ ПОВ'ЯЗОК 1170

З М І С Т

Тиждень студентської науки - 2026: Матеріали вісімдесят першої студентської науково-технічної конференції (Дніпро, 20-24 квітня 2026 року). – Д.: НТУ «ДП», 2026 – 1207 с.

Редакційна колегія:
А.В. Павличенко (голова)
І.С. Нікітенко
Т.М. Лубенець
Б.М. Манін

Підготовлено в електронному вигляді
в Національному технічному університеті
«Дніпровська політехніка»