МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю. М. ПОТЕБНІ

МАТЕРІАЛИ

ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ЗА УЧАСТЮ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУСПІЛЬСТВА У СФЕРАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

Запоріжжя
2025

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Вища школа управління охороною праці в місті Катовіце (WSZOP)
Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації
ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України»
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова
Національний університет «Києво-Могилянська Академія»
Київський національний університет будівництва і архітектури
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Національний транспортний університет
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

МАТЕРІАЛИ

ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ЗА УЧАСТЮ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУСПІЛЬСТВА У СФЕРАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

28-30 жовтня 2025 року

Запоріжжя
2025

УДК 316.32:[502.171+005+620.9+33](062)
М 341

Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції за участю молодих учених та здобувачів вищої освіти «Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки». Запорізький національний університет. Запоріжжя : ЗНУ, 2025. 304 с.

ISBN 978-966-599-628-6
DOI: https://www.doi.org/10.32782/978-966-599-628-6

ISBN 978-966-599-628-6 © Запорізький національний університет, 2025

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова оргкомітету:

Шило Г. М. – доктор технічних наук, професор, ректор ЗНУ.

Заступники голови:

Метеленко Н. Г. – доктор економічних наук, професор, директор ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ.

Бєлоконь К. В. – кандидат технічних наук, доцент, заступник директора з наукової роботи ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ.

Члени оргкомітету:

Bohdan Mochnacki – prof. drhab. ing., Rektor WSZOP;

Амінов Р. Ф. – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри фізіології, імунології і біохімії з курсом цивільного захисту та медицини біологічного факультету ЗНУ, голова Ради молодих вчених ЗНУ;

Барабаш О. В. – доктор технічних наук, професор, в.о. завідувача кафедри екології та ТЗНС Національного транспортного університету;

Білоскурський Р. Р. – доктор економічних наук, ректор Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича;

Воронкова В. Г. – доктор філософських наук, професор, завідувач кафедри управління та адміністрування ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ;

Глущевська В. В. – здобувач, голова наукового товариства студентів, аспірантів та докторантів Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю. М. Потебні ЗНУ;

Клопов І. О. – доктор економічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ;

Коваленко В. Л. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем ІННІ ім. Ю. М. Потебні ЗНУ;

Мальований М. С. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного університету «Львівська політехніка»;

Пірогова І. М. – заступник директора Департаменту захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації;

Степова О. В. – доктор технічних наук, професор, проректор з наукової та міжнародної роботи Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Ткаченко Т. М. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва і архітектури;

Трохименко Г. Г. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та природоохоронних технологій *Національного університету кораблебудування імені Адмірала Макарова*;

Тулушев Є. О. – завідувач відділу моніторингу та реагування на небезпеки ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України»;

Храпкіна В. В. – доктор економічних наук, професор, кафедра маркетингу та управління бізнесом, Національний університет «Києво-Могилянська Академія»;

Шмандій В. М. – доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та біотехнології Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

СЕКЦІЯ 1 «ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ»

УДК 661.96:66.087.7:620.93

Бакушев Нікіта Сергійович
здобувач вищої освіти,
Осаул Олександр Іванович
к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету

АВТОНОМНА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЛІЗУ ВОДИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ

На кафедрі ЕІКФС ІННІ в 2025 році розпочато роботи з проектування та виготовлення лабораторної автономної чарунки для економічного виробництва водню, отриманого при низькоамперному електролізі води.

Після аналізу доступних джерел, присвячених використанню енергії штучно створених умов для реалізації кавітаційних процесів, що неодноразово давали позитивні результати в теплозабезпеченні, було виявлено необхідність удосконалення інженерних рішень, описаних у роботі [1].

За прототип прийнято пристрій для отримання водню, розроблений і випробуваний у згаданій роботі [1]. Використання водню планується при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Нетрадиційна гідроенергетика».

Основний позитивний результат попередніх досліджень полягає в тому, що для отримання водню з води використано спеціальну чарунку, зображену в схемі лабораторної установки на рис. 1.

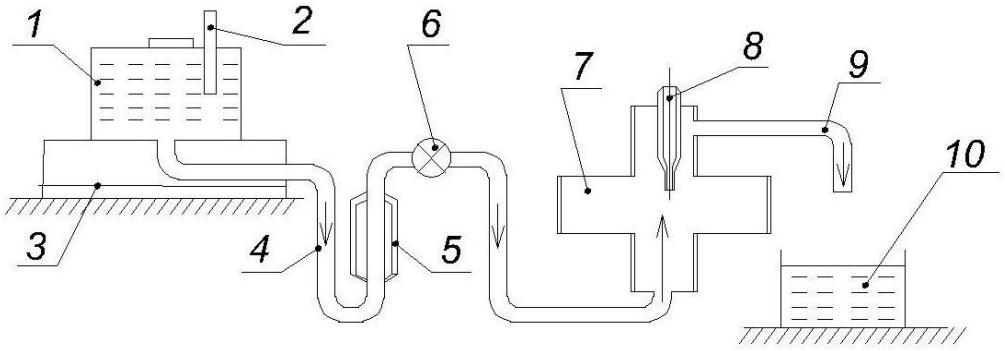


Рисунок 1 – Схема лабораторної установки: 1 – ємність розчину; 2 – термометр; 3 – електроні ваги; 4 – канал подачі розчину; 5 – ротаметр; 6 – регулятор подачі розчину; 7 – чарунка; 8 – термометр; 9 – злив нагрітого розчину; 10 – прийомна ємність.

Процес електролізу води реалізується за схемою, наведеною на рис. 2, де показано вимірювальну апаратуру.

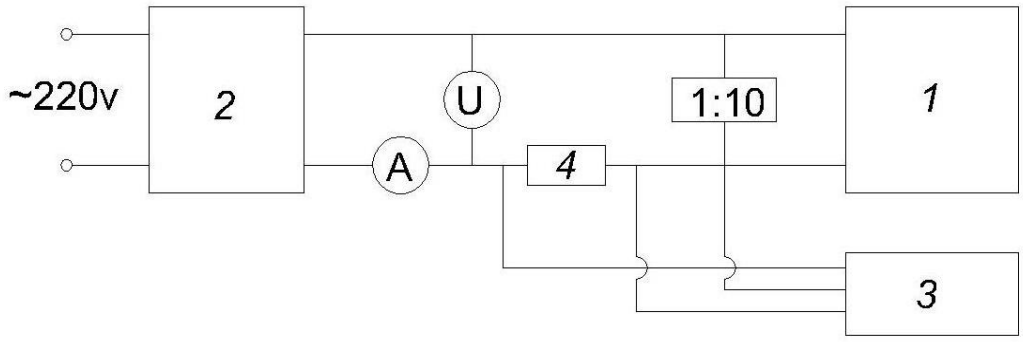


Рисунок 2 – Схема приєднування вимірювальної арматури: 1 – чарунка електрогенератора тепла; 2 – генератор імпульсів; 3 – осцилограф АСК-2022; 4 – міст опору Р33.

Виконане удосконалення основних елементів чарунки низькоамперного електролізеру дозволяє проводити лабораторні дослідження з накопиченням досвіду для подальшого розвитку технології економічного та безпечного виробництва водню з води.

На сьогодні відомо, що максимальні показники економічності електролізу забезпечуються такими вихідними параметрами: частота імпульсів – 200 Гц; опір резистора – 0,1 Ом; середній струм – 0,02 А; напруга – 13,0 ± 0,5 В; потужність джерела живлення при запуску – 0,228 Вт; потужність живлення при підзарядці – 0,0012 Вт.

Із цього випливає, що низькоамперний електролізер має властивості конденсатора і джерела енергії одночасно. Зарядившись на початку, він поступово розряджається під дією електролітичних процесів, що відбуваються всередині нього. Кількість генерованої електроенергії виявляється недостатньою для підтримання процесу електролізу, тому він поступово розряджається. Якщо ж здійснювати його підзарядку імпульсами напруги, які компенсують витрати енергії, заряд електролізера залишатиметься сталим, а процес електролізу – стабільним.

Отримано технологію перетворення електричної енергії в теплову з показником енергетичної ефективності понад 3000 %. Це є переконливим доказом існування технології, що забезпечує багатократне зменшення витрат енергії при отриманні водню з води. Таке зменшення дозволяє вважати, що низькоамперний електроліз води є аналогом природного процесу її електролізу, який відбувається під час фотосинтезу.

Таким чином, шлях переходу до економної та екологічно чистої енергетики відкритий, хоча й складний. Попереду – великий обсяг робіт із оптимізації параметрів генераторів глобальної енергії.

Список використаних джерел

1. Kanarev Ph. M. The Resurrection of Exact Science. URL: http://www.newpowers.org.
2. Lautenborn W. General and Basic Aspects of Cavitation. Finite–Amplitude Wave Eff. Fluids. London : IPC Science of Techn. Press, 1974. P. 195–202.
3. Efimov A. V. et al. Mechanism of Cavitation Damage and Structure of Cavitating Eddy. IAHR Symposium, Grenoble, 1976. P. 159–169.

УДК 504.06

Бєлоконь Каріна Володимирівна,
к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Венгер Любов Олександрівна,
к.т.н., доцент кафедри металургійних
технологій, екології та техногенної безпеки
Жаворонков Микита Андрійович
здобувач PhD-програми, спеціальність 101 «Екологія»
Запорізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ГІС) ТА ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (ДЗЗ) ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

У сучасному світі питання екології та сталого розвитку набувають все більшої актуальності. Україна, зі своїм багатим природним середовищем і складними екологічними проблемами, потребує ефективних рішень для покращення екологічної ситуації [1].

Військові дії суттєво впливають на стан довкілля, і одним із найкритичніших напрямів є забруднення атмосферного повітря. Під час вибухів, пожеж і використання боєприпасів у повітря викидаються токсичні гази, дрібнодисперсні частинки та навіть радіоактивні елементи. Найчастіше фіксується підвищення концентрацій оксидів азоту та діоксиду сірки, які утворюються під час згоряння пального. Крім того, боєприпаси та техніка є джерелами важких металів – свинцю, кадмію, ртуті та хрому. Пожежі на складах та інфраструктурі спричиняють виділення діоксинів, фуранів та поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Особливо небезпечними є радіоактивні частинки, що потрапляють у повітря при пошкодженні ядерних об’єктів.

Військові дії також призводять до забруднення водних ресурсів. Руйнування інфраструктури та розливи пального спричиняють потрапляння нафтопродуктів у річки й озера. З боєприпасів і промислових об’єктів у воду надходять важкі метали. Додаткову небезпеку становлять пестициди, хімікати

та бактеріальне забруднення, яке виникає через пошкодження каналізаційних систем і відсутність очищення стічних вод.

Не менш критичною є ситуація із забрудненням ґрунтів. Грунт здатний накопичувати токсичні речовини, тому наслідки зберігаються десятиліттями. Основні забруднювачі – важкі метали, залишки вибухових речовин, нафтопродукти та радіонукліди. Вони надходять у ґрунт із боєприпасів, уламків техніки, розривів снарядів та витоків зі складів.

Таким чином, повітря, вода і ґрунти зазнають комплексного і довготривалого впливу під час конфліктів, що потребує системного моніторингу та подальшої екологічної реабілітації територій [2].

Тому зростає роль дистанційного зондування Землі. Супутникові системи, такі як Sentinel, Landsat чи MODIS, дозволяють оцінювати зміни стану повітря, води, ґрунтів та рослинності без фізичної присутності людей. За допомогою оптичних, теплових і радарних сенсорів можна виявляти пожежі, нафтові розливи, затоплення, знищення лісів та навіть зміни рельєфу. Перевага супутників – у великому охопленні територій та регулярності спостережень, хоча їхня роздільна здатність і залежність від погодних умов можуть бути обмеженням.

Найбільш ефективним інструментом локального моніторингу сьогодні є безпілотні літальні апарати. Дрони дозволяють швидко та безпечно отримати високоточні дані в зонах, куди неможливо потрапити наземним шляхом.

Безпілотники передають дані в ГІС у кілька послідовних етапів. Під час польоту дрони збирають геопросторову інформацію – фото, відео, тепловізійні та лідарні дані, а також показники сенсорів. Усі ці дані автоматично прив’язуються до координат GPS. Після цього інформація може передаватися двома способами. Найпоширеніший варіант – офлайн: дані зберігаються на карті пам’яті дрона, а після польоту їх завантажують на комп’ютер і імпортують у ГІС. Другий варіант – онлайн-передача: сучасні дрони можуть передавати дані в реальному часі через радіоканал або мобільний зв’язок безпосередньо у web-ГІС.

Перед завантаженням у ГІС матеріали обробляють у спеціальних програмах, де з фото створюють ортофотоплани, цифрові моделі рельєфу або хмари точок. Після цього дані експортують у стандартні геоформати – GeoTIFF, SHP, GeoJSON, LAS – і завантажують у QGIS, ArcGIS чи іншу ГІС-систему.

У ГІС інформація візуалізується на карті, аналізується та використовується для оцінки стану території, виявлення змін або побудови 3D-моделей. Це дає змогу виявляти розливи нафтопродуктів, забруднення ґрунтів, оцінювати масштаби руйнувань, контролювати пожежі та аналізувати стан сільськогосподарських угідь після бойових дій. Головними обмеженнями дронів є час польоту та потреба у кваліфікованих операторах.

У підсумку можна сказати, що сьогодні найкращі результати забезпечує комбіноване використання трьох методів: традиційні польові дослідження дають точні хімічні показники; супутники забезпечують загальний огляд великих територій; дрони надають детальну інформацію про конкретні точки

забруднення та руйнування. Поєднання цих підходів створює ефективну систему контролю стану довкілля у зонах конфлікту та дозволяє оперативно реагувати на екологічні загрози.

Геоінформаційні системи є ключовим інструментом у сучасному екологічному моніторингу. Вони дозволяють збирати, інтегрувати та аналізувати просторові дані з супутників, безпілотників та польових досліджень. Завдяки цьому ми можемо відстежувати масштаби забруднення, аналізувати зміни ландшафту, визначати зони підвищеної небезпеки та прогнозувати можливі екологічні наслідки бойових дій.

Для цього використовуються супутникові знімки NASA, ESA та Maxar, дані радарної зйомки, а також інформація, отримана з БПЛА. Дрони забезпечують високу деталізацію та дозволяють точно фіксувати руйнування, забруднення та зміни рельєфу. Не менш важливими є дані мобільних сенсорів і повідомлення від місцевого населення.

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

2. Краснянський М. Ю. Екологічна безпека : навч. посіб. Київ : Кондор, 2020. 177 с.

УДК 628.3

Бут Костянтин Олександрович,
Галич Арсен Віталійович
здобувачі вищої освіти
Кожемякін Геннадій Борисович
к.т.н., доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні, Запорізький національний університет

АНАЛІЗ СКЛАДУ І ВЛАСТИВОСТЕЙ СТІЧНИХ ВОД ГАЗООЧИСТОК ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПЕЧЕЙ

Актуальність проблеми очищення стічних вод від газоочисток електросталеплавильних печей зумовлена високою концентрацією металів, твердої фракції та хімічних домішок, що утворюються під час інтенсивних теплотехнічних процесів. Сучасні вимоги екологічної безпеки та зростання обсягів металургічного виробництва роблять удосконалення технологій водоочистки необхідною умовою сталого розвитку галузі.

При застосуванні мокрої системи очищення газів електродугових печей питома витрата води залежно від об'єму печі і системи газоочисних апаратів складає від 1 до 4 м^3 на 1000 м^3 газу, або 4,5-6 м^3/т сталі, що виплавляється.

Стічні води газоочищення забруднені дрібними зваженими речовинами (приблизно 50 % часток крупністю до 0,002 мм і 25 % від 0,002 до 0,004 мм), а також розчиненими в них хімічними речовинами. Склад стічних вод залежить від складу шихти і роботи газоочисних пристроїв і міняється по ходу плавки.

Склад стічних вод газоочисток електропечей змінюється в широкому діапазоні. Так, на більшості електропечей pH води зменшується на величину, яка коливається від 0,3 до 2,8 одиниць. В той же час при виплавці деяких конструкційних сталей спостерігається невелике підлуговування води. Характерним для усіх марок сталі являється приріст сульфатів, фторидів, кременевої кислоти і загального солевмісту. Збільшення вмісту кислих компонентів частково нейтралізується винесенням лужних (в основному вапна, яке застосовується при виплавці усіх марок стали). Характеристика стічних вод газоочисток електропечей при виплавці різноманітних марок стали, приведена в таблиці 1.

При виплавці в електропечах і мокрому очищенні газів, що відходять, витрачається 7-8 $м^3$ води на 1000 $м^3$ газу. Зміст зважених речовин коливається в межах 600-8000 мл/л і в середньому складає 2220 мг/л .

Концентрація зважених речовин в стічних водах змінюється по ходу плавки, але в середньому складає 2-3 г/л. Питома витрата води для очищення газу на різних заводах коливається від 1 до 3 $л/м^3$.

Таблиця 1 – Характеристика стічних вод установок газоочищення електросталеплавильних печей при виплавці різних сталей

Показники	Нерж. 1	Нерж. 2	Корозійно стійка	Конструк ційна	Трансфор-маторна
Лужність, мг-екв/л	—	60-66	1,9		4-6
Кислотність, мг-екв/л	25	—	—	—	—
Жорсткість, мг-екв/л	5,8	7,8-8,1	1,3	5-10	6-9,5
Сульфати, мг/л	912	960	36,2	100-130	800
Фториди, мг/л	473	98,4	112	—	—
Хлориди, мг/л	62,1	670	—	120	28
Ціаніди, мг/л	—	30-51	—	—	—
Залізо загальне, мг/л	61,4	—	40	—	—
Зважені речовини, мг/л	9000	1500	5000	1000	*7000*
Сухий залишок, мг/л	3500	5000	558	1200	1500
Значення pH води	4,1	8,5	8	2	7-8

Характерною особливістю оборотних вод газоочисток електросталеплавильних печей є наявність в них шестивалентного хрому, що виконує роль інгібітору сольової корозії, а також тимчасової жорсткості, яка за певних умов сприяє створенню захисної карбонатної плівки. Досвід експлуатації замкнутих систем оборотного водопостачання на деяких заводах показав, що оборотні цикли можуть працювати без спеціальних продувок.

Порівняно високе накопичення солей спостерігається в системі водопостачання газоочисток електропечей місткістю 100-200 т, де загальний солевміст складає 4,0 г/л, тоді як в інших системах не перевищує 1,0 г/л. Наявність в системах сприятливих умов для створення захисної карбонатної плівки і інгібірувальна дія хроматів дозволяє не нормувати концентрацію хлоридів і сульфатів.

Оборотні води мають слаболужний характер середовища, pH коливається в межах 7,7-8,7. У одних випадках це обумовлено технологією виплавки сталі, в інших – веденням стабілізаційної обробки вапняним молоком.

Без належної очистки такі води становлять серйозну загрозу для водних екосистем, ґрунтів і здоров'я населення. Склад і фізико-хімічні властивості газу, пилу, а, отже, і стічних вод залежать від марок сталі, що виплавляються, складу шихти, технології виробництва стали та ін.

Список використаних джерел

1. Айрапетян Т. С. Водне господарство промислових підприємств : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2010. 280 с.

2. Екологічні аспекти металургійних технологій : навч. посіб. Ч. 1 / Л. П. Грес та ін. Дніпро : Україн. держ. ун-т науки і технологій, 2022. 106 с.

УДК 574.5(477.54):599.37

Височін Дмитро
аспірант спеціальності «Екологія» кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Горбань Валерій
к.б.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ДИНАМІКА ПОПУЛЯЦІЙ КОПИТНИХ ТВАРИН У МИСЛИВСЬКИХ УГІДДЯХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ: ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ВПЛИВ ВІЙНИ

Актуальність. Популяції копитних тварин (козулі *Capreolus capreolus*, кабана *Sus scrofa*, європейського оленя *Cervus elaphus*) є важливим біоіндикатором стану екосистем степової та лісостепової зони Півдня України. Їх чисельність визначає трофічну рівновагу, стан рослинного покриву, ґрунтових процесів і функціонування екологічних ланцюгів. З 2009 по 2021 рр. у Запорізькій області спостерігалося поступове скорочення популяцій копитних, зумовлене антропогенним тиском, фрагментацією середовищ існування та змінами клімату. З початком повномасштабного вторгнення (2022 р.) екосистема регіону зазнала нових впливів – заборона полювання, окупація частини угідь, мінування, масштабні пожежі, екоцидні наслідки, що призвели

до одночасного зростання чисельності у безпечних районах і значних втрат у зонах бойових дій.

Наукова новизна. Вперше проаналізовано повну динаміку популяцій копитних за 2009–2025 рр. із урахуванням воєнних чинників. Показано контраст між зростанням популяцій через заборону полювання (2022–2025) та екологічними ризиками війни (втрата біотопів, міграційна ізоляція, епізоотії). Виявлено зміщення екологічної рівноваги: збільшення чисельності кабана на 20–30% призводить до деградації травостою та поширення хвороб, тоді як частка козулі зростає переважно у лісових масивах держлісгоспів.

Мета роботи. Оцінити багаторічну динаміку чисельності популяцій копитних у мисливських угіддях Запорізької області за період 2009–2025 рр., визначити екологічні чинники впливу (антропогенні, кліматичні, воєнні) та розробити рекомендації щодо сталого управління популяціями в умовах воєнного часу.

Основна частина. Аналіз базується на даних державних форм обліку (2-ТП) за 2009-2016 рр. та узагальнених офіційних звітах мисливських господарств за 2017-2025 рр. До 2021 р. чисельність копитних скоротилася на 19% порівняно з 2009 р. (з 2298 до 1859 голів). Найбільше зменшення відбулося у господарствах УТМР (з 1132 до 634 голів), тоді як держлісгоспи зберегли стабільність (~700–800 голів).

З початку війни (лютий 2022) полювання заборонено, що спричинило зростання чисельності у безпечних зонах: кабан – +20–30%; козуля – +15–25%; олень європейський – стабільна або знижена чисельність у зв’язку з пожежами й мінуванням.

Разом із тим, до 40% популяцій у зонах бойових дій зазнали втрат через пожежі, руйнування лісів, забруднення територій. У 2023-2025 рр. фіксується збільшення випадків сказу серед диких тварин і поширення африканської чуми свиней (АЧС), що створює додаткові ризики для біорізноманіття.

Висновки. До 2021 р. виявлено тенденцію до зниження чисельності копитних через антропогенний тиск і фрагментацію угідь. Заборона полювання у 2022–2025 рр. спричинила короткочасне зростання популяцій, однак бойові дії, пожежі та мінування зменшили площу придатних середовищ існування. Спостерігається регіональна диспропорція: у держлісгоспах стабільність, у польових господарствах – значні втрати. Війна поглибила епізоотичні ризики (АЧС, сказ), порушивши контроль чисельності.

Перспективи подальших досліджень. Розроблення моделі прогнозу відновлення популяцій копитних після війни з урахуванням кліматичних факторів і ландшафтної фрагментації. Створення екологічних коридорів для міграції між розірваними територіями. Інтеграція польових спостережень з дистанційним моніторингом (дрони, супутникові знімки) у міннонебезпечних районах. Підготовка регіональної програми екологічного відновлення мисливських угідь із міжнародною підтримкою.

Список використаних джерел

1. Hryhorczuk D. et al. The environmental health impacts of Russia's war on Ukraine. Occupational Medicine / BMC, 2024.
2. European Civil Protection Knowledge Network. Report on the large wildfires of 2022 in Europe. Luxembourg, 2023.
3. Bezymennyi M. et al. Epidemiological characterization of African swine fever dynamics in Ukraine. PMC, 2023.
4. WHO. Eliminating rabies: Ukraine’s journey from crisis to control. Geneva: World Health Organization, 2023.
5. Semenenko O., Ovanesian R. Degradation and restoration of forest ecosystems in the context of war. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. 2025.
6. Запорізьке обласне управління лісового та мисливського господарства. (2016). Форма 2-ТП (мисливство) за 2008–2016 роки. Архівні дані.

УДК 669:502.174]:658.589(477)

Воденнікова Оксана Сергіївна
к.т.н.,доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет
Воденніков Сергій Анатолійович
д.т.н., професор, професор кафедри машин і технології ливарного виробництва
Національний університет «Запорізька політехніка»

ЕКОЛОГІЧНІСТЬ У МЕТАЛУРГІЇ: ІННОВАЦІЇ, ЯКІ ЗМІНЮЮТЬ ПРОМИСЛОВІСТЬ УКРАЇНИ

На сьогодні металургійна галузь стоїть перед глобальним завданням – зменшити екологічне навантаження та впровадити сталі технології виробництва [1].

Українські металургійні підприємства запроваджують інновації у трьох напрямках:

– встановлюють нове сучасне обладнання;

– модернізують старе з обов’язковим запровадженням нових екологічних систем і вдосконалюють виробничі процеси, щоб збільшити сортамент металопродукції;

– впроваджують цифрові технології на усіх етапах виробництва [2].

Серед основних напрямків екологізації металургії слід відмітити: технологічні інновації (перехід на електросталеплавильне виробництво; використання водневих технологій; впровадження замкнених циклів виробництва), скорочення викидів в навколишнє середовище (метод фільтрації

газів (до 95% зменшення шкідливих викидів); рекуперація тепла (до 40% економії енергоресурсів)), циркулярна економіка в металургії (можливість переробляти до 90% металевих відходів) [1].

Насамперед екологічна модернізація металургійної галузі направлена на модернізацію виробництва для зменшення викидів, економії ресурсів та підвищення енергоефективності [3]. Технологічні стратегії захисту навколишнього середовища від забруднень передбачають розроблення без- та маловідхідних методів комплексного використання сировини, утилізацію відходів виробництва, організацію технологічних промислових комплексів із замкнутою системою матеріального балансу речовин [4].

Екологічна модернізація направлена на модернізацію виробництва для зменшення викидів, економії ресурсів та підвищення енергоефективності. Безпосередньо В Україні Група Метінвест планомірно та системно підходить до впровадження екологічного підходу у виробництві [5].

Особливої уваги в Україні заслуговує екологічна модернізація агломераційних фабрик. Так, наприклад, удосконалення процесу газоочищення технологічних газів та аспірації основних вузлів пиловидалення під час модернізації агломераційної фабрики ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» дозволяє досягти вмісту пилу на викиді в атмосферу не більше 30 мг/м^3, вмісту СО – до 6500 мг/м^3, вмісту SOx – не більше 500 мг/м^3 та знизити загальну запиленість на агломераційній фабриці на 20 % [6]. В умовах ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» проведена реконструкція агломераційних машин: замінили газоочистку, запальний горн на більш сучасний та енергоефективний, спекательні візки із збільшенням шару спікання до 450 мм, збудований новий електрофільтр і здійснена повна заміна газової системи агломашини, лінійного охолоджувача та його дуттєвих вентиляторів, на газовому колекторі встановлені нові двоконусні затвори та пиловий конвеєр закритого типу, що запобігатиме запиленості. В результаті екологічної модернізації агломераційного цеху №2 викиди пилу на кожній з шести агломераційних машин будуть скорочені на 250 тонн на рік [7]. В умовах ПАТ «Запоріжсталь» відбулася модернізація газоочисних систем шести агломераційних машин, які обладнали датчиками контролю викидів, які в онлайн-режимі показують ефективність роботи газоочисного устаткування. Це дає змогу оперативно контролювати і управляти викидами шкідливих речовин в атмосферу [8].

Серед швидких рішень, які можуть частково поліпшити екологічну ситуацію в країні, можна відзначити удосконалення адміністрування екологічного податку [9]. Безпосередньо платниками екологічного податку є суб’єкти, які під час провадження своєї діяльності на території України і в межах її континентального шельфу та виключної (морської) економічної зони здійснюють:

– викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення (КБК 19010100 та 19011000 – викиди двоокису вуглецю);

– скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти стаціонарними джерелами забруднення (КБК 19010200);

– розміщення відходів (крім розміщення окремих видів (класів) відходів як вторинної сировини, що розміщують на власних територіях (об’єктах) суб’єктів господарювання) (КБК 19010300);

– утворення радіоактивних відходів (включаючи вже накопичені) (КБК 190010400);

– тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками понад установлений особливими умовами ліцензії строк (КБК 19810400) [10].

Таким чином, серед перспективних інновацій в металургійній галузі України, які дозволять екологізувати виробництво, є: екологічна модернізація виробництва, впровадження водневого виробництва металу, використання штучного інтелекту в управлінні виробництвом, застосування повної автоматизації екологічних процесів, удосконалення адміністрування екологічного податку та інше.

Список використаних джерел

1. Екологічність у металургії: інновації, які змінюють промисловість України. URL: https://kompositstal.com.ua/%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C-%D1%83-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%97/ (дата звернення: 18.10.2025).

2. Інновації в металургії: як «цифра» запобігає «втомі металу». URL: https://mind.ua/publications/20203042-innovaciyi-v-metalurgiyi-yak-cifra-zapobigae-vtomi-metalu (дата звернення: 18.10.2025).

3. Екологічна модернізація. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://metinvestholding.com/ua/upload/sr-2020/assets/pdf/Ukrainian%20download%20centre/5.%D0%97%D0%90%D0%A5%D0%98%D0%A1%D0%A2%20%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%9A%D0%86%D0%9B%D0%9B%D0%AF/Metinvest_2020_SR-Ukr-Web-%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf (дата звернення: 18.10.2025).

4. Степаненко А. В., Омельченко А. А. Теоретичні аспекти екологічної модернізації економічного розвитку. *Науковий журнал «Економіка України»*. 2018. № 1(674). С. 40–53.

5. Екологічна модернізація. URL: https://metinvestholding.com/ua/upload/sr-2020/assets/pdf/Ukrainian%20download%20centre/5.%D0%97%D0%90%D0%A5%D0%98%D0%A1%D0%A2%20%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%9A%D0%86%D0%9B%D0%9B%D0%AF/Metinvest_2020_SR-Ukr-Web-%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B7%D

0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf (дата звернення: 22.08.2023).

6. Воденнікова О. С., Воденніков С. А., Бондаренко Я. В. Модернізація агломераційної фабрики ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ» : організаційні, технологічні, екологічні та техніко-економічні аспекти. *Метал та лиття України*. 2024. № 4(31). С. 8–18. DOI: https://doi.org/10.15407/steelcast2023.04.01.

7. «АрселорМіттал Кривий Ріг» проводить гарячі випробування агломашини № 2 після реконструкції. URL: https://www.ukrmetprom.org/arselormittal-kriviy-rig-provodit/ (дата звернення: 18.10.2025).

8. «Запоріжсталь» інвестує 42 млн грн на рік в екомодернізацію. URL: https://gmk.center/ua/news/zaporizhstal-investuie-42-mln-grn-na-rik-v-ekomodernizaciju/ (дата звернення: 18.10.2025).

9. Зелена сталь: металургія нарощує інвестиції в охорону довкілля. URL: https://gmk.center/ua/posts/zelena-stal-metalurgiya-naroshhuie-investicii-v-ohoronu-dovkillya/ (дата звернення: 18.10.2025).

10. Екологічний податок 2025. URL: https://7eminar.ua/news/7580-ekologicnii-podatok-2025 (дата звернення: 18.10.2025).

УДК 669:504.6]:005.591.6:504.6(477)

Воденнікова Оксана Сергіївна
к.т.н.,доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет
Воденніков Сергій Анатолійович
д.т.н., професор, професор кафедри машин і технології ливарного виробництва
Національний університет «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ТЕНДЕНЦІЙ «ЗЕЛЕНОЇ» МЕТАЛУРГІЇ НА ЕКОЛОГІЧНУ МОДЕРНІЗАЦІЮ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Відомо, що більш ніж 90% викидів шкідливих речовин в атмосферу здійснюються підприємствами металургії, енергетики, вуглевидобутку та коксохімії. Крім викидів в атмосферу, металургійні підприємства використовують до 20–25% води від загального її споживання промисловими підприємствами та істотно забруднюють поверхневі води [1].

Модернізація агломераційних фабрик, модернізація повітронагрівачів доменних печей, впровадження газових утилізаційних безкомпресорних турбін для використання енергії стиску доменного газу, зміна мартенівського виробництва на киснево-конвертерне виробництво та впровадження безперервної розливки сталі може забезпечити сукупне скорочення питомих викидів CO_2 на тонну сталі до 25% [2].

Досить складне становище української металургійної галузі у сфері смартизації та декарбонізації виробництва. Основна причина цього полягає в

старій виробничій інфраструктурі, обмежених «зелених» інвестиціях та недостатній увазі керівництва щодо нових підходів до формування культурних цифрових трансформацій та «зеленої» корпоративної культури [3, 4].

Мінімізація впливу на навколишнє середовище, використання сучасних систем очищення та повторне використання води стають головними пріоритетами впровадження «зеленої» металургії в умовах металургійних підприємств України [5]. Поширення киснево-конвертерного та електросталеплавильного способів виробництва сталі, екологічна модернізація аглодоменного виробництва, поява пілотних проєктів та стартапів, які розвивають безвуглецеві технології виробництва сталі, стають сьогоденними напрямками удосконалення металургійної галузі [6].

Таким чином, головною екологічною проблемою металургійної промисловості України є зменшення викидів CO_2. Маючи застаріле обладнання, нестачу «зелених» інвестицій та недостатній увазі керівництва щодо нових підходів до формування культурних цифрових трансформацій та «зеленої» корпоративної культури гостро потребують модернізації виробництва з залученням передових європейських «зелених» технологій. Першочерговим завданням металургійної галузі виступає екологічна модернізація підприємств шляхом впровадження інноваційних технологій: використання електродугових печей, повторної переробки металобрухту, запровадження фільтраційних систем, перехід на замкнені цикли виробництва та інші.

Список використаних джерел

1. Вплив діяльності металургійних підприємств на навколишнє природне середовище. URL: https://zsfoe.org/?p=3906 (дата звернення: 03.10.2025).

2. Шатоха В. І., Матухно О. В. Моделювання сценаріїв модернізації металургійної галузі України до 2030 року з метою скорочення викидів діоксину вуглецю. *Екологічні науки*. 2020. № 3(30). С. 104–109. DOI: https://doi.org/10.32846/2306-9716/2020.eco.3-30.17

3. Венгерська Н. С. Формування зеленої корпоративної культури підприємств сталеливарної промисловості в контексті смартизації та декарбонізації виробництва. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 53. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-56-102.

4. Кучеренко М. А., Піщенко К. А., Воденнікова О. С. «Зелена» металургія: проблеми, перспективи та прогнози. *Актуальні питання суспільства у сферах екологічної та цивільної безпеки, енергозбереження, менеджменту та економіки* : І всеукр. наук.-практ. конф. за участю молодих учених та здобувачів вищ. освіти (м. Запоріжжя, 16–18 жовт. 2024 р.). Запоріжжя : ЗНУ, 2024. С. 482–485.

5. Vodennikova O. S., Pishchenko K. A. «GREEN» METALLURGY: PROBLEMS, PROSPECTS AND FORECASTS. *International scientific conference «MININGMETALTECH 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education»* : conference proceedings (November 28–29, 2024. Riga, the Republic of Latvia). Riga: Baltija Publishing, 2024. T. 1. C. 27–30.

6. Екологічна модернізація сталевої галузі України – довгий шлях. URL: https://gmk.center/ua/opinion/ekologichna-modernizaciya-stalevoi-galuzi-ukraini-dovgij-shlyah/ (дата звернення: 03.10.2025).

УДК 334.716:594.17(477)

Воденнікова Оксана Сергіївна
к.т.н.,доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет
Воденніков Сергій Анатолійович
д.т.н., професор, професор кафедри машин і технології ливарного виробництва
Національний університет «Запорізька політехніка»

«ЗЕЛЕНІ» ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

«Зелені» технології в Україні поступово і впевнено входять в наше життя. Безліч вчених займаються розробленням технологій утилізації відходів, виготовлення енергоефективних матеріалів, нових методів ведення сільського господарства, пропонують нові підходи до використання природних ресурсів. Але найбільша увага наразі прикута до енергетичного сектору, який потребує модернізації та нових способів видобутку і використання енергії [1].

Основними інструментами стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в Україні є:

– встановлення «зеленого» тарифу на електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел;

– механізм «зелених» аукціонів;

– стимули для виробництва біогазу та біометану відповідно до Закону України «Про державну підтримку інвестиційних проєктів із значними інвестиціями в України»;

– митні та податкові пільги при імпорті обладнання та інше [2].

Зокрема, за прогнозами International Energy Agency (IEA) до 2050 року планується зростання виробництва електроенергії в 2,7 рази, при цьому до цього часу майже 90% електроенергії вироблятиметься з відновлюваних ресурсів, що створить додатковий попит на сталь для будівництва об’єктів відновлюваної енергетики [3].

Основними напрямками розвитку «зеленого» будівництва в Україні є: розробка та впровадження нових будівельних норм і стандартів, що відповідають принципам «зеленого» будівництва; розширення державних програм фінансування «зелених» проєктів, надання податкових пільг та інших стимулів; розвиток ринку екологічно чистих будівельних матеріалів; навчання фахівців у галузі «зеленого» будівництва; популяризація «зеленого» будівництва (проведення інформаційних кампаній та заходів для підвищення

обізнаності населення про переваги «зеленого» будівництва) [4]. Тобто екологічне будівництво надає додаткову вагу загальному поліпшенню стану навколишнього середовища, маючи серед недоліків значну вартість екологічних проєктів [5].

Слід зазначити, що перехід на технології «зеленої» металургії наразі є єдиним способом виживання для великих металургійних підприємств України [6]. Так декарбонізація металургійної промисловості та підвищення енергоефективності технологічних процесів здійснюється за наступними напрямками:

– виведення з ланцюжка виробництва етапу доменної плавки із заміщенням на пряме відновлення заліза й отриманням металізованих окатків (DRI – direct reduced iron) або гарячебрикетованого заліза (HBI – hot briquetted iron) замість чавуну. У доменному процесі виплавляння чавуну бере участь багато вуглецевмісних компонентів (кокс, природний газ, пиловугільне паливо тощо). DRI-технології, які базуються на використанні природного газу, викидають в атмосферу в 2–4 рази менше CO_2, а методи прямого відновлення із застосуванням водню є практично «вуглецево-нейтральними»;

– заміщення пиловугільного палива та природного газу на водень при доменному виробництві чавуну;

– зменшення обсягів використання чавуну в конвертерному виробництві сталі на користь металевого брухту, DRI та HBI;

– зменшення обсягів конвертерного виробництва сталі на користь електросталеплавильних методів;

– подальший розвиток ресурсозберігаючих технологій та поєднаних процесів. В даний час найбільш відомим видом подібного поєднання є ливарно-прокатні модулі, які поєднують етапи розливки та гарячої прокатки сталі [7].

Також значний вклад в розвиток «зеленої» металургії вносить «Інтерпайп Сталь», будівництво якого дозволило закрити екологічно брудне мартенівське виробництво сталі, внаслідок чого викиди CO_2 в атмосферу знизилися майже в 10 разів, споживання газу – у 8 разів [8].

В Україні також досить гостро постає проблема забруднення довкілля від транспортної інфраструктури, тому перехід на «зелений» транспорт може здатися складним, але таким необхідним. Передумовами покращення екологічної ситуації в Україні та мінімізації шкоди довкіллю від транспорту є:

– державні програми та заходи спрямовані на омолодження автомобільного парку України через стимулювання придбання нових авто з екологічним стандартом не нижче ЄВРО-4 та електромобілів;

– стимулювання виведення з експлуатації старих транспортних засобів з низькими екологічними стандартами (в першу чергу ЄВРО-0) ;

– заходи спрямовані на обмеження імпорту вживаних автомобілів з низькими екологічними стандартами [9].

Можливість досягнення кількісних та якісних цілей логістичної діяльності забезпечується за допомогою синтезу економічної, соціальної та екологічної складових, що формують контур «зеленої» логістики, єдність взаємодії зазначених складових забезпечує ресурсозберігаючі технології [10].

Так за даними IEA транспортний сектор генерує близько 24% світових викидів CO_2, при цьому вантажні перевезення становлять понад 8% від цього обсягу. Якщо не вживати заходів, обсяг викидів продовжить зростати, посилюючи кліматичну кризу [11].

Тому серед основних завдань, які вирішує «зелена» логістика є:

– оптимальний розподіл відходів продукції;

– безпечна утилізація;

– мінімізація шкідливих викидів в атмосферу;

– дотримання екологічних норм і правил у процесі виробництва;

– заміна штучних джерел енергії на природні;

– раціональне використання природних ресурсів [12].

Слід зазначити, що серед компаній-лідерів України, що впроваджують «зелені» технології, є:

– ДТЕК ВДЕ, що впроваджує «зелені» технології, відмовляючись від вугільної генерації на користь відновлюваних джерел енергії;

– «Кліар Енерджі Груп» як виробник електроенергії з відновлювальних ресурсів;

– «Регіональна газова компанія», яка розвиває біометановий проєкт;

– ГК «Укртепло», який впроваджує біогазової станції;

– ПрАТ «МХП», який займається питанням енергоефективності;

– «Нафтогаз», який займається розвитком водневої енергетики;

– EDS-Engineering, який досяг успіхів в вуглецевій нейтральності;

– Recycling Solutions, який спеціалізується на управлінні промисловими відходами та побічними продуктами;

– UDP Renewables, який займатися інноваційними проєктами технології «зеленого» водню;

– KNESS, який займається виробництвом сонячних модулів [13].

Слід зазначити, що в Україні діє Програма зеленого відновлення промисловості України на 2024–2028 роки, яка спрямована на розвиток стійкої та екологічної промисловості, включаючи створення можливостей для людей, підтримку бізнесу та залучення інвестицій [14].

Таким чином, розвиток «зелених» технологій в Україні є вельми перспективним напрямом, що охоплює екологічну модернізацію промисловості, впровадження екологічночистих та ресурсозберігаючих технологій, застосування відновлюваних ресурсів та інше.

Список використаних джерел

1. Зелені технології у промисловості : монографія / І. А. Василенко, Є. В. Чупринов, А. В. Іванченко та ін. Дніпро : Акцент ПП, 2019. 366 с.

2. «Зелена» енергетика. URL: https://ukraineinvest.gov.ua/incentives/green-energy/ (дата звернення: 23.10.2025).

3. Переходимо на зелений: можливості та ризики енергетичної трансформації. URL: https://gmk.center/ua/posts/perehodimo-na-zelenij-mozhlivosti-ta-riziki-energetichnoi-transformacii/ (дата звернення: 25.10.2025).

4. Андрусів У. Я., Мажак Ю. М. Зелене будівництво як інновація відновлення будівельної галузі в Україні. *Успіхи досягнення у науці*. Серія «Управління та адміністрування». 2024. № 6(6). С. 246–255. DOI: https://doi.org/10.52058/3041-1254-2024-6(6)-246-255

5. Соломніков І. В., Черненко Н. В. «Зелене» будівництво : проблеми та перспективи для сучасної економіки. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2024. № 86. С. 124–130. DOI: https://doi.org/10.18664/btie.86.310020.

6. Українська металургія виживе, якщо перейде на «зелені» технології – експерт Мінекономіки. URL: https://censor.net/n3530811 (дата звернення: 23.10.2025).

7. Металургія майбутнього. Сучасні тренди та напрямки розвитку. URL: https://metinvest-smc.com/ua/articles/metalurgiya-maibutnyogo-sucasni-trendi-ta-napryamki-rozvitku/?srsltid=AfmBOoq-sfUo5iPMT98PkBnLOAgLhhYfTOGCNC4iraxuRJ8KGMji09s7 (дата звернення: 23.10.2025).

8. ІНТЕРПАЙП СТАЛЬ: 10 років зеленої металургії в Україні. URL: https://interpipesteel.biz/ (дата звернення: 23.10.2025).

9. Еколого-транспортні проблеми сучасної України. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://icps.com.ua/assets/uploads/images/files/ecology_a4_ukr.pdf (дата звернення: 23.10.2025).

10. Сало Я. В. «Зелена» логістика в Україні : проблеми та перспективи. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 47. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-47-58.

11. Зелена логістика: що це і які в неї переваги? URL: https://meest.cn/news/zelena-logistika-sho-ce-i-yaki-v-neyi-perevagi/ (дата звернення: 23.10.2025).

12. Ds. Rogers. R. Tibben-Lembke. An examination of reverse logistics practices. *Jounal of Business Logistics*. 2001. № 22 (2). P. 129–145.

13. Рейтинг ТОП-10 компаній України, що впроваджують «зелені» технології. URL: https://ecopolitic.com.ua/ua/news/rejting-top-10-kompanij-ukraini-shho-vprovadzhujut-zeleni-tehnologii/ (дата звернення: 23.10.2025).

14. ПРОГРАМА ЗЕЛЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНА 2024-2028. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2024-08/UKR_Green%20industrial%20recovery%20programme%20for%20Ukraine%202024-2028_external_online%20%281%29.pdf (дата звернення: 23.10.2025).

УДК 502.75:581.524.3(477.64)

Волкова Поліна
магістр спеціальності «Екологія»
кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Воронова Наталія
к.б.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ДИНАМІКА СУКЦЕСІЇ ФІТОЦЕНОЗІВ ХОРТИЦІ ПІСЛЯ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

Підрив Каховської ГЕС у червні 2023 року спричинив масштабні екологічні зміни в басейні річки Дніпро, розкрилися забруднені донні відкладення на площі понад 2000 км², що призвело до значної втрати біорізноманіття та кардинальної зміни ландшафту [1].

Острів Хортиця, який охороняється Рамсарською конвенцією, зазнав критичних гідрологічних змін: всі озера острова, включно з найбільшими Качиним та Головківським, суміжні протоки і канали практично повністю висохли упродовж 3–6 місяців після катастрофи. Успішність регенерації рослин заплавних лісів родини *Salicaceae* (вербові: *Salix spp., Populus spp.*) визначають гідрологічні та геоморфологічні фактори [2], що створює умови для швидкої природної сукцесії на осушених ділянках.

Дослідження проводилися в заплаві острова Хортиця (озера Качине та Головківське, а також в прилеглих протоках) протягом червня 2023 – жовтня 2025 р. Було закладено 4 стаціонарні майданчики (розміром 10×10 м) на осушеному дні колишніх водойм. Нами були проведені дослідження флористичного складу, щільності, загальних біометричних параметрів та якості дерев (діаметри, висота, стан крони), а також ярусної структури фітоценозів. Біорізноманіття оцінювали за індексом Шеннона.

Згідно з трифазною моделлю первинної сукцесії, досліджувана екосистема перебуває у фазі швидкої колонізації та структурних перетворень. У перше півріччя (червень–грудень 2023) експозиція дна створила умови для масового проростання *Salix alba, Populus nigra* та *Populus* × *canadensis* з насіння, що осіло навесні під час цвітіння. Фітоценоз характеризувався відсутністю чіткої ярусної структури та домінуванням вербових пагонів заввишки до 0,5 м, індекс Шеннона (H' = 0,5). Як зазначають Г.Тутова та О.Жуков із співавт. [3], процеси відновлення дна Каховського водосховища відбуваються з високою швидкістю колонізації видами *Salix* × *rubens* та *Populus nigra*, і ситуація в заплаві острова Хортиця розвивається аналогічно.

Через 1 рік (червень 2024) індекс Шеннона зріс до H' = 1,7, що свідчить про збільшення видового різноманіття та формування одноярусної структури (деревний ярус 3–4 м висоти, проєктне покриття 60–80 %). Щільність деревостану становила ≈30 пагонів/м², проте спостерігалась елемінація: близько

5 % дерев загинуло через дефіцит води та конкуренцію. Трав’яна рослинність (*Phragmites australis, Lythrum salicaria, Lycopus europaeus*) займала 10–15 % біомаси ділянок.

Через 2 роки (жовтень 2025) екосистема набула ознак відносної стабілізації: індекс Шеннона H' = 2,4, сформувалася двоярусна структура (верхній ярус *Salix alba* до 6 м; нижній ярус *Populus spp.* близько 4–5 м). Самопрорідження деревостану прогресувало: 5–8 % пагонів загинуло, щільність знизилася до ≈25 пагонів/м². Загальна площа нової вербово-осокорової рослинності на місці колишніх водойм становить 160–200 га.

На о. Хортиця ми спостерігаємо екстремально високі темпи відновлення біорізноманіття порівняно з типовими темпами у відновлених водно-болотних угіддях (зазвичай близько 0–54 роки для досягнення клімаксної сукцесії [4]). Це зумовлено відсутністю бар’єрів для колонізації, високою початковою вологістю ґрунту та масовою доступністю насіння рослин родини *Salicaceae*. Про аналогічні процеси швидкої колонізації заплавних територій після видалення дамб відомо з досліджень Perry L.G. та співавторів на річці Елва (США), що підтверджує типовість цього явища для екосистем помірного поясу [5].

Подальший розвиток екосистеми осушених ділянок острова Хортиця значною мірою залежатиме від гідрологічної ситуації. У випадку відновлення греблі відбудеться часткове підняття рівня води, що призведе до затоплення близько 80 % площі новоутвореної рослинності. Це спричинить масове вимирання деревостану, активне заболочення та формування торфових нашарувань зі зниженим доступом кисню. На нашу думку, такий сценарій становить ризик для довгострокової стабільності біоценозу, особливо у прибережних зонах озер Качине та Головківське.

Натомість збереження гідрологічного режиму що вже склався, без техногенного втручання – може призвести до значного зменшення щільності деревостану впродовж п’яти років через самопрорідження та конкуренцію, при цьому домінантні види *Salix alba* і *Populus nigra* досягнуть висоти 10–14 м. Індекс Шеннона стабілізується на рівні H' ≈ 3,0, що вказуватиме на зрілу фазу сукцесії. Остаточне зникнення водних дзеркал буде зумовлювати перехід джерел живлення рослин з ґрунтових вод на дощову вологу.

Необхідність довготривалого моніторингу фітоценозів за будь-яких сценаріїв забезпечить розроблення адаптивних природоохоронних заходів, спрямованих на збереження екосистем водно-болотних угідь міжнародного значення.

Список використаних джерел

1. Environmental effects of the Kakhovka Dam destruction by warfare in Ukraine / O. Shumilova, K. Tockner, M. Thieme et al. *Science*.2025. 387(6739). P. 1181–1186. DOI: https://doi.org/10.1126/science.adn8655.

2. Regeneration of Salicaceae riparian forests in the Northern Hemisphere: A new framework and management tool / E. González, V. Martínez-Fernández, P. B. Shafroth et al. *Journal of Environmental Management*. 2018. Vol. 218. P. 374–387. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.069.

3. Tutova H., Zhukov O., Kovalenko I., Potapenko O. The future of the Kakhovka Reservoir after the breach of the dam: Spontaneous afforestation and carbon sequestration potential. *Biosystems Diversity*. 2025. Vol. 33(3). URL: https://publications.lnu.edu.ua/journals/index.php/biology/article/view/7356.

4. Matthews J. W., Spyreas G., Endress A. G. Rate of succession in restored wetlands and the role of site context. *Applied Vegetation Science*. 2010. Vol. 13(3). P. 346–355. URL: https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2010.01076.x/.

5. Perry L. G., Galatowitsch S. M., Rosi M. R. Coastal vegetation responses to large dam removal on the Elwha River. *Frontiers in Ecology and Evolution.* 2023. Vol. 11. Article 1233903. https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1233903.

УДК 631.46:628.517

Грицуляк Віталій
студент 1 курсу спеціальності 183
Лопушняк Василь Іванович
д. с. г. н., професор кафедри Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами є однією з найнебезпечніших форм деградації навколишнього природного середовища, оскільки призводить до втрати ґрунтом його продуктивних і екологічних функцій, а також становить ризик вторинного забруднення підземних і поверхневих вод. Потрапляння вуглеводнів у ґрунт супроводжується порушенням структури ґрунтових агрегатів, зниженням аерації, блокуванням біохімічних процесів та токсичною дією на мікроорганізми і рослини. Особливо небезпечними є поліциклічні ароматичні вуглеводні, які належать до персистентних та канцерогенних сполук [1].

Проблема нафтового забруднення є актуальною для України, особливо для Прикарпатського регіону, де історично розвивалася нафтова промисловість. Значні площі техногенно порушених земель зосереджені в Івано-Франківській області, зокрема у Надвірнянському нафтогазопромисловому районі та промисловому вузлі Битків–Бабченське, де концентрація нафтопродуктів подекуди перевищує гранично допустимі концентрації у 10–20 разів [5]. Проблема загострилася у 2022–2024 рр. у зв’язку з руйнуванням інфраструктури зберігання пального внаслідок воєнних дій, що призвело до нових випадків нафтового забруднення ґрунтів [6].

Традиційні методи очищення нафтозабруднених ґрунтів (екскавація, термічна обробка, промивання, сорбція) є затратними, екологічно небезпечними та не відновлюють біологічну активність ґрунту. Тому все

більшого поширення набувають біотехнологічні методи ремедіації, які є екологічно безпечними та економічно виправданими [2-4].

До сучасних біотехнологічних методів ремедіації належать біостимуляція – активізація автохтонної мікрофлори шляхом внесення поживних елементів (N, P, K), органічних речовин та аерації ґрунту; біоаугментація – додавання штучно культивованих мікроорганізмів-деструкторів (роду Pseudomonas, Rhodococcus, Bacillus), що прискорюють мінералізацію вуглеводнів; фіторемедіація — використання рослин, здатних поглинати або трансформувати нафтопродукти (найефективніші — Miscanthus giganteus, Trifolium pratense, Festuca rubra); компостування і біопіли — оброблення ґрунту в аеробних умовах із внесенням біопрепаратів; а також мікробно-рослинні консорціуми, які поєднують біоаугментацію та фіторемедіацію для підвищення ефективності очищення.

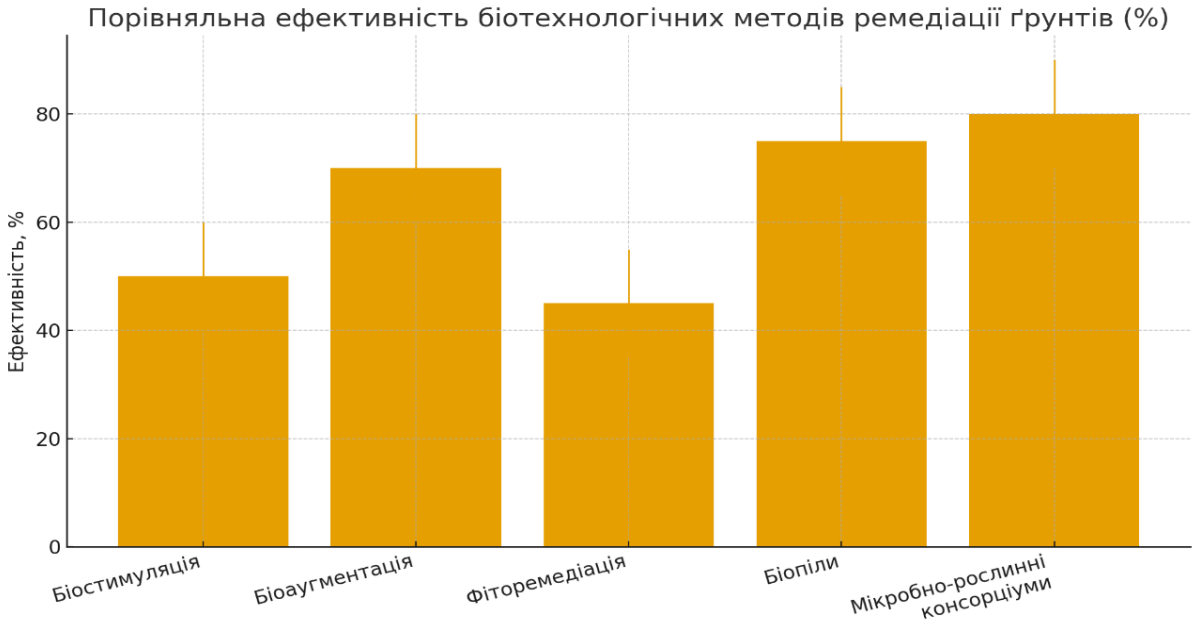


Рисунок 1 – Ефективність біотехнологічних методів очищення ґрунтів, %

Український приклад. У Надвірнянському районі в районі промислового вузла Битків–Бабченське проведено біоремедіацію ґрунтів з використанням біопрепарату «Біодеструктор-Н» у поєднанні з посівом Miscanthus giganteus. Через 90 днів концентрація нафтопродуктів знизилась на 86%, що підтверджує високу ефективність мікробно-рослинних технологій у реальних умовах.

Нормативне забезпечення: рекультивація ґрунтів здійснюється відповідно до Закону України «Про охорону земель» № 962-IV, Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII, ДСТУ 4770.5:2007 «Якість ґрунту. Визначення вмісту нафтопродуктів», Методичних рекомендацій Міндовкілля (2022) та ДБН В.2.4-1-99.Біотехнологічні методи є перспективним напрямом відновлення нафтозабруднених ґрунтів України. Найвищу ефективність забезпечують комбіновані методи на основі мікробно-рослинних консорціумів. Доцільним є впровадження ремедіації в регіонах історичного нафтовидобутку, таких як Прикарпаття.

Список використаних джерел

1. Грушко О. В. Біологічні методи очищення ґрунтів. *Екологічні науки. 2020.*
2. Кізяков Ю. А., Малишева Л. М. Біотехнології рекультивації ґрунтів. *Вісник екології*. 2019.
3. Штильман М. І. Мікробіологія техногенно забруднених ґрунтів. Київ : Наукова думка, 2017.
4. Патика В. П. Ґрунтова мікробіологія. Київ : Аграрна наука, 2015.
5. Козяр І. П. Біоремедіація ґрунтів Прикарпаття. *Нафтогазова галузь України*. 2022.
6. Міндовкілля України. Аналітичний звіт щодо наслідків війни. Київ, 2023.
7. Закон України «Про охорону земель».

УДК 60:004.4

Грицуляк Віталій Миколайович
здобувач вищої освіти спеціальності F2
Кривенко Галина Мирославівна
к. т. н., доцент кафедри Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ІНТЕГРОВАНА БІОТЕХНОЛОГІЧНА ПЛАТФОРМА

Інтегрована біотехнологічна платформа для екосумісного відновлення ґрунтів, забруднених нафтою та нафтопродуктами – GreenRem. Вона поєднує біоаугментацію мультиштамовим консорціумом мікроорганізмів, біостимуляцію поживними речовинами й кисневими донорами, застосування біогенних біоповерхнево-активних речовин (біоПАР), використання носіїв і сорбентів (біочар, цеоліт, гідрогелі), а також фіто- та мікоремедіацію із залученням енергокультур і мікориз. Технологія створена для ділянок, де маємо суміш фракцій вуглеводнів (ТРН, BTEX, поліциклічні ароматичні вуглеводні, асфальтени, смоли) та пов’язані з цим проблеми – низьку біодоступність важких фракцій, токсичність для ґрунтової біоти, деградацію структури, падіння ферментативної активності й ризик міграції у ґрунтові води. GreenRem працює за принципом «від легких до важких фракцій» і використовує керовану послідовність біопроцесів. На старті проводять діагностику: шурфування та відбір проб за мультисіткою не менш ніж одна проба на 200–400 м² у кожному горизонті з базовими аналізами ТРН, ПАР, BTEX, pH, окисно-відновного потенціалу, гранулометрії, вологості, ферментативної активності (уреаза, каталаза, дегідрогеназа) та метагеномного складу мікробіоти (16S/ITS) [1, 5].

Далі підвищують біодоступність шляхом внесення біопАР (рамноліпідів, софроліпідів) з легким фрезеруванням або біотилінгом і корегують вологість до

60–70% НВ. На етапі активної деградації застосовують консорціум у кількості 10^7–10^8 КУО на грам носія з донором кисню (перкарбонатні чи пероксидні матриці, а також біовентиляція) та підтримують співвідношення C:N:P близько 100:10:1 із періодичним рихленням. Опісля переходять до фітетапу, висіваючи суміш рослин з мікоризою (наприклад, конюшина лучна Trifolium pratense L., просо суданське, верба), застосовують мульчу й підтримують родючість компостом чи сидератами, а на завершенні переводять ділянку в режим стабілізації та цифрового моніторингу з можливістю локальних «перезарядок» мікробного препарату [3, 5].

Технологія відрізняється від класичних підходів комплексністю (поєднання кількох взаємодоповнювальних методів), використанням екосумісних матеріалів замість агресивних розчинників, наявністю цифрового близнюка ділянки з кінетичною моделлю деградації для прогнозу швидкості процесів та ухвалення адаптивних рішень, а також нижчим вуглецевим слідом завдяки перевазі сценаріїв in situ. Для пілоту площею близько одного гектара з глибиною впливу 0–40 см і вихідними концентраціями ТРН 8000 мг/кг та ∑ПАР (EPA16) 45 мг/кг типова ціль за 6–9 місяців – досягнути ТРН менш як 1000 мг/кг, знизити ∑ПАР до рівня менше 10 мг/кг і відновити біологічну активність до 70–80% від референтного ґрунту. Орієнтовний матеріальний баланс включає 15–20 т біочару, 1,2–1,8 т біопАР (10–30% розчини), 2,5–3,0 т NPK, 0,8–1,2 т мікроелементів і буферів, 250–400 кг консорціуму на носії, насіння з мікоризою; операції – біотилінг двічі-тричі, фертигація і зрошення, біовентиляція, висів і мульчування. Моніторинг виконують у точки T0, T+30, +90, +180 і +270 днів, ферментативні показники контролюють щомісяця, сенсори вологості, температури та O_2 працюють у безперервному режимі [1, 6].

Економічно GreenRem зазвичай поступається швидкістю екскавації або термообробки, але виграє за сукупною вартістю володіння та екологічним слідом. Для пілоту CAPEX становить орієнтовно 18–35 тисяч доларів США на гектар (носії, біопАР, консорціум, сенсори, механізація), а OPEX на дев’ять місяців — близько 6–12 тисяч доларів США на гектар (зрошення, підживлення, аналітика, сервіс). Додатковими вигодами є повернення земель у господарський обіг, зниження екологічних платежів і штрафів, підвищення вартості активу та формування «зеленого» іміджу. Ефективність оцінюють за хімічними показниками (відсоток зниження ТРН, ПАР і BTEX, частка важких фракцій, органічний вуглець, pH і Eh), біологічними (активність дегідрогенази, уреази, каталази, різноманіття мікробіоти, індекс фітотоксичності), агроекологічними (водопроникність, водотримання, структурність, врожайність сидератів і енергокультур) і ризиковими (відсутність міграції у водоносні горизонти, контроль запахів і летких компонентів) [2, 4].

З екологічних і соціальних позицій технологія відновлює родючість та дозволяє повертати ділянки до сільськогосподарського або рекреаційного використання, зменшує парникові викиди порівняно з термічними та полігонними рішеннями, створює місцеві робочі місця і стимулює навчання персоналу та залучення громад. Впровадження узгоджується з релевантними

нормами – ISO 18400 щодо відбору проб, ISO 18512 щодо зберігання проб і ISO 11074 щодо термінології, а також з ризик-орієнтованим підходом до визначення «цільових» концентрацій для конкретної ділянки. Заходи з HSE включають плани біобезпеки, контроль аерозолів, використання засобів індивідуального захисту та дозволи на роботу з мікробними препаратами. Найкраще GreenRem підходить для середніх і великих площ з глибиною забруднення до одного метра, для змішаних профілів фракцій і там, де екскавація та вивіз небажані або економічно невигідні. Обмеження, як-от низькі температури чи посуха, долають за допомогою гідрогелів, мульчі, краплинного зрошення та добору психротолерантних штамів; для дуже важких фракцій чи асфальтенів доцільний подовжений цикл із м’яким підігрівом 25–35 °C і додатковими біопАР; за високої мінералізації чи вмісту металів проводять попередню десолінацію або змішування, вводять антагоністи токсичності та добирають галофільні штами.

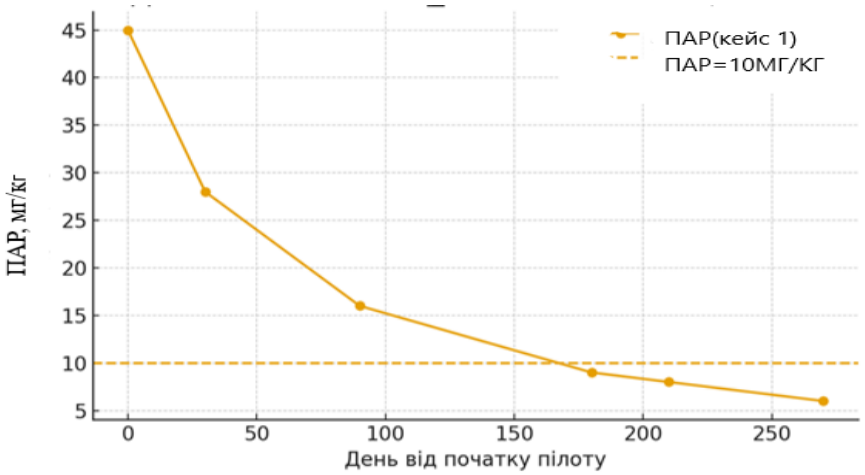


Рисунок 1 – Динаміка зниження ∑ПАР за GreenRem (Кейс 1)

Дорожня карта впровадження включає передпроєктні дослідження тривалістю 4–8 тижнів, пілот на 0,5–2 га протягом 6–9 місяців, масштабування на 10–50 га впродовж 12–24 місяців з адаптивним керуванням та постмоніторинг щонайменше протягом року. Типове технічне завдання описує ділянку, геологічні та гідрогеологічні умови, протокол відбору проб та аналітику, технологічну карту внесення препаратів і носіїв, план HSE і управління ризиками, програму моніторингу з матрицею KPI, частотою та методами, критерії приймання результатів і вимоги до звітності та відкритості даних. Приклад складу консорціуму охоплює Pseudomonas fluorescens, Rhodococcus erythropolis, Bacillus subtilis, Achromobacter denitrificans, Klebsiella oxytoca у безпечних контрольованих штамах, Trichoderma harzianum і мікоризні інокулянти; допоміжні компоненти – біочар із лушпиння чи тирси, рамноліпіди або софроліпіди, цеоліт, гідрогелі та мікро- і макроелементи [3, 6].

У порівнянні з альтернативами екскавація та вивіз забезпечують миттєве видалення, але мають високі прямі витрати, логістичні складнощі та значний вуглецевий слід; термічне знешкодження швидке, проте дуже дороге й енерговитратне; хімічне окиснення дає середню швидкість і потребує суворого

контролю pH та вторинних продуктів. GreenRem як інтегрований біологічний підхід забезпечує середню за швидкістю, проте екологічно пріоритетну й економічно збалансовану ремедіацію, вимагаючи натомість часу та дисципліни моніторингу. У підсумку GreenRem переводить практику від «видалити й вивезти» до «відновити й оживити», повертаючи забруднені землі до життя завдяки керованим біопроцесам, екосумісним матеріалам і цифровому моніторингу, а також створюючи довгострокову екологічну та соціальну цінність для територій і громад. Декілька показових кейсів для ілюстрації підходу та результатів [2, 6].

Кейс 1 (автобаза з резервуарним парком, Полтавська обл., 1,2 га, суглинок): початково ТРН 7 200–9 100 мг/кг, ∑ПАР 38–52 мг/кг; застосовано біочар 18 т/га як носій, консорціум 320 кг/га, донори O_2 на перкарбонатній матриці, біопАР 1,4 т/га, крапельне зрошення; через 7 місяців ТРН знижено до 680–940 мг/кг, ∑ПАР до 6–9 мг/кг, активність дегідрогенази досягла 76–82% від референсу, індекс фітотоксичності підвищився до 0,86–0,92; вартість у межах 27 тис. $/га. Важливі прийоми: рання корекція C:N:P і підтримка вологості 65% НВ, локальні «перезарядки» консорціуму на 3-му та 5-му місяцях.

Кейс 2 (карти зберігання бурових шламів, Надвірнянський р-н, 0,8 га, супісок): домінують важкі фракції та асфальтени; попередньо проведено тонке фрезерування з підігрівом ґрунту до 28-30 °C, внесено рамноліпіди 0,9 т/га і біочар 16 т/га, консорціум 260 кг/га; через 9 місяців частка важких фракцій зменшилася з 41% до 18%, ТРН — з 10 300 до 1 150 мг/кг, ∑ПАР — з 57 до 11 мг/кг, інфільтраційна здатність зросла на 22%, структурна агрегатність — на 17%; уроки: для асфальтенів критичні БПАР і м’який термобіо-режим.

Кейс 3 (лінійна аварія нафтопроводу, Харківська обл., 1,6 км х 12–18 м, піщаний ґрунт з низьким вмістом органіки): високий ризик міграції у ґрунтові води; застосовано швидкий біотилінг, завіси з біочару/цеоліту в зонах ризику, біовент, мульча, сидератна суміш із проса суданського та конюшини з інокуляцією мікоризою; за 6 місяців ТРН знизився з 6 500–7 800 до 720–1 050 мг/кг, BTEX до рівнів нижче локальних цільових значень, вміст розчиненого кисню у приповерхневих водах стабілізовано; соціальний компонент: комунікація з громадами й онлайн-дашборд моніторингу з щотижневими оновленнями.

Кейс 4 (проммайданчик з вторинною засоленістю і домішками металів, Одещина, 0,6 га): стартові параметри – електропровідність насиченої витяжки 5,6-7,1 dS/m, ТРН 5 900–6 400 мг/кг, підвищений Zn і Ni; перед біоетапом проведено часткову десолінацію (промивання 120-160 мм води/м² з перехопленням стоку), внесено цеоліт 8 т/га і біочар 12 т/га, додано комплекс мікроелементів і буферів pH, консорціум 240 кг/га; через 8 місяців ТРН 870-1 120 мг/кг, електропровідність 3,0–3,6 dS/m, фітотест показав збільшення схожості на 35-48% порівняно з базовим; зауважа: у солонуватих профілях потрібна селекція галофільних штамів та контроль іонного складу [4, 5].

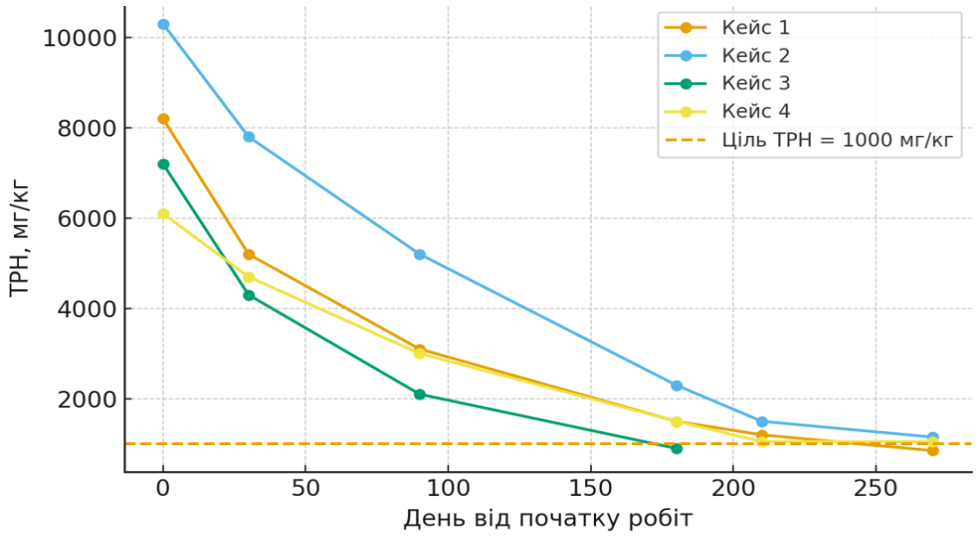


Рисунок 2 – Порівняння динаміки ТРН у 4 кейсах (GreenRem)

Ці приклади демонструють, що GreenRem ефективний на різних текстурах і профілях забруднення за умови адаптації режиму БПАР, носіїв, кисневого забезпечення та композиції консорціуму до гідрогеології та цільових параметрів ділянки; ключовими факторами успіху залишаються стабільна вологість, підтримання аеробних умов, своєчасний моніторинг ферментативної активності і гнучкі корекції технологічної карти. Додано ілюстрацію: графік «Динаміка зниження ТРН за GreenRem (Кейс 1)», що відображає зміну концентрації ТРН (мг/кг) у контрольні точки Т0, Т+30, +90, +180, +210 та +270 днів із порівнянням до цільового порогу 1000 мг/кг.

Список використаних джерел

1.Adam G., Duncan H. The effect of diesel fuel on common vetch (Vicia sativa L.) plants. *Environ Geochem Health*. 2003. Vol. 25. Issue 1. P. 123–130.

2. Merkl N., Schultze-Kroft R., Infant C. Assessment Of Tropical Grasses And Legumes For Phytoremediation Of PetroleumContaminated Soils. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2005. Vol. 165. Issue 1–4. P. 195–209.

3. Dzhura N., Romanyuk O, Oshchapovsky I. Using plants for recultivation of oil-polluted soils. J. *Environmental protection and ecology*. 2008. Vol. 9. Issue 1. P. 55–59.

4. Муратова, А. Ю., Бондаренкова А. Д., Панченко Л. В, Турковская О. В. Использование комплексной фиторемедиации для очистки почвы, загрязненной нефтешламом. *Биотехнология*. 2010. № 1. С. 77–84.

5. Шевчик Л. З., Романюк О. І. Аналіз біологічних способів відновлення нафтозабруднених грунтів. Scientific *Journal «ScienceRise: Biological Science».* 2017. № 1(4). С. 31–39.

6. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і грунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В .П. Карпенко. Київ : ЗАТ Нічлава, 2003. 320 с.

УДК 620.92(477):628

Грицуляк Віталій Миколайович
здобувач вищої освіти спеціальності G2
Коцюбинський Андрій Олегович
к. ф. м. н., доцент кафедри Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Грицуляк Галина Михайлівна
д. с. г. н., доцент кафедри Технології захисту навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ЕКОТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Енергетична безпека є стратегічним чинником сталого розвитку України, адже визначає стійкість економіки, обороноздатність і соціальну стабільність у довгостроковій перспективі. В умовах воєнних викликів та глобальної енергетичної турбулентності пріоритет здобувають екотехнології, що поєднують високу енергетичну ефективність із мінімальним впливом на довкілля та здатністю швидко масштабуватися. Йдеться про децентралізовану генерацію на основі відновлюваних джерел (СЕС, ВЕС, біоенергетика, малі ГЕС), інтегровані системи накопичення енергії, мікромережі з можливістю автономної роботи для критичної інфраструктури, а також інтелектуальне керування попитом (Demand Response) і «розумний» облік. Важливою складовою є глибинна термомодернізація будівель та впровадження стандартів NZEB, застосування теплових насосів, рекуперації та утилізації вторинних енергоресурсів у промисловості [1, 4].

Запровадження таких рішень підвищує живучість енергосистеми, зменшує залежність від імпортних палив, скорочує викиди парникових газів і витрати на енергоносії для громад і бізнесу. Екотехнології водночас формують нові ланцюги доданої вартості – від локального виробництва обладнання до сервісів енергоменеджменту – та створюють висококваліфіковані робочі місця. Системна підтримка через прозорі регуляції, доступне фінансування (ESCO, «зелені» облігації, контракти на різницю), стандарти даних і розвиток кадрового потенціалу дає змогу перетворити екологічну модернізацію на ключовий драйвер енергетичної безпеки та повоєнного відновлення України [3].

Основні напрями екотехнологій для зміцнення енергетичної безпеки України охоплюють увесь ланцюг «генерація-мережі-споживання-утилізація», формуючи децентралізовану, гнучку та низьковуглецеву систему. Насамперед ідеться про ВДЕ та децентралізацію генерації: сонячні та вітрові електростанції різного масштабу, малі ГЕС і геотермальні установки доповнюються мікро- та наногенерацією на дахах громадських будівель, підприємств і домогосподарств. Такі джерела інтегруються у мікромережі (microgrids) із можливістю ізольованого режиму (islanding), що критично важливо для живлення лікарень,

водоканалів і вузлів зв’язку за пошкодження магістральних мереж. Біоенергетика забезпечує одночасно енергію й циркулярність: біогаз і біометан із агровідходів, стічних вод і ТПВ дозволяють заміщувати природний газ, а пелетування та брикетування біомаси створюють локальні паливні ринки; коферментація підвищує вихід метану, а вирощування енергокультур (верба, міскантус, енергетична тополя) на деградованих землях поєднує фіто- та біоремедіацію з виробництвом сталої біосировини [1].

Ключем до надійності системи є акумулювання енергії: літій-іонні та натрій-іонні батареї (BESS) згладжують добові коливання генерації і попиту, гідроакумулюючі електростанції вирівнюють піки на рівні ОЕС, а теплові акумулятори (резервуари гарячої води, фазозмінні матеріали) роблять теплопостачання гнучкішим і дешевшим. Паралельно розгортаються інструменти попитової гнучкості та цифровізації: системи керування попитом (Demand Response) стимулюють споживачів переносити навантаження з пікових годин, «розумний» облік (smart metering) і платформи SCADA/EMS забезпечують оперативність і прозорість керування, а моделі штучного інтелекту підвищують точність прогнозування виробітку ВДЕ та споживання, зменшуючи потребу в аварійних резервах [1, 4].

Найшвидший економічний ефект дає системна енергоефективність і термомодернізація: глибинна реновація будівель із досягненням стандартів NZEB, застосування теплових насосів, балансова вентиляція з рекуперацією, високоефективне освітлення та автоматизація інженерних систем суттєво скорочують попит на енергію і витрати споживачів. У тепловому секторі пріоритетом є «чиста теплова енергетика»: когенерація й тригенерація на біопаливах підвищують паливну ефективність, утилізація низькопотенційного та промислового тепла зменшує витрати палива, а мережі 4-го покоління з низькою температурою подачі підвищують гнучкість і інтеграцію ВДЕ-тепла та теплових насосів [4].

Короткий опис стовпчикової діаграми «Capacity vs Investments by Renewable Type»: на ній порівнюються установлена потужність (MW) і потрібні інвестиції (M€) для п’яти типів ВДЕ, для кожного типу показано два стовпчики з числовими підписами. Сонячна енергетика є найбільшою: 12 500 MW і ≈945,3 M€; далі йдуть вітроенергетика – 10 200 MW, ≈771,3 M€; біомаса – 8 700 MW, ≈657,9 M€; мала ГЕС – 5 600 MW, ≈423,5 M€; геотермальна – 3 200 MW, ≈242,0 M€. Рейтинг однаковий для потужності й інвестицій (Solar → Wind → Biomass → Small Hydro → Geothermal), причому Solar+Wind разом формують близько 56% сумарної потужності (22 700 MW із 40 200 MW), що робить їх головними драйверами потенціалу; інвестиції масштабовані пропорційно до потужності, тож співвідношення між технологіями збігається з розподілом MW [2].

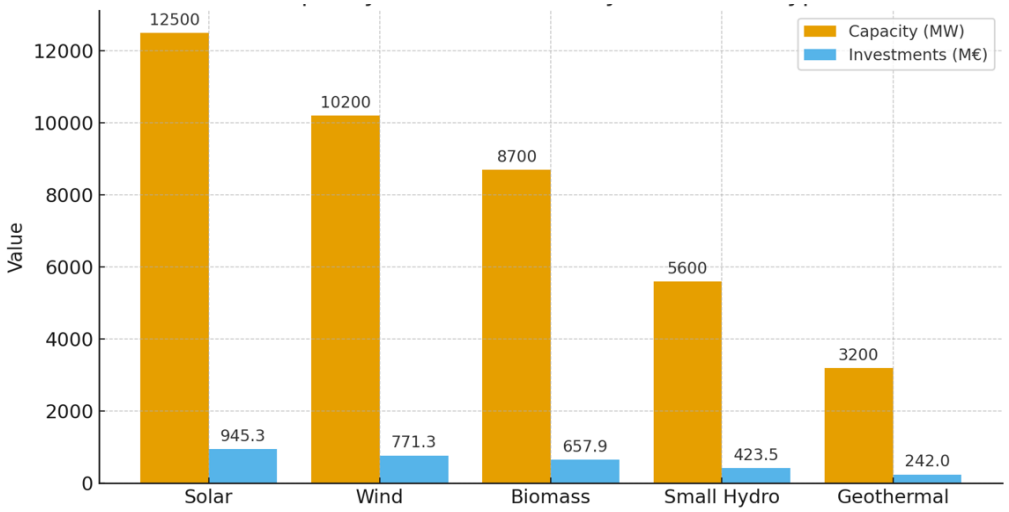


Рисунок 1 – Потужність ВДЕ інвестиції за видами відновлюваної енергетики

Для середньо- і довгострокового балансування важливо розвивати водневі рішення й синтетичні гази: «зелений» водень з ВДЕ може слугувати сезонним акумулятором і відновником у промисловості, а ін’єкція біометану та, за технічної можливості, водню в газові мережі поступово декарбонізує газотранспорт і споживання без кардинальної заміни інфраструктури. Завершує ланцюг утилізація вторинних енергоресурсів: відбір тепла димових газів, органічні цикли Ранкіна (ORC) для перетворення низькопотенційного тепла на електроенергію, біометанізація осадів на очисних спорудах і повернення поживних речовин у ґрунт через переробку дигестату. Сукупно ці напрями зменшують імпортозалежність, підвищують живучість енергосистеми, пришвидшують декарбонізацію та формують локальні ланцюги доданої вартості – саме те, що потрібно для енергетичної безпеки та стійкого відновлення України [3].

Опис кругової діаграми “Renewables Potential Structure (normalized to 100%)”: діаграма показує структуру потенціалу ВДЕ за типами, нормовану до 100% (початкові відсотки сумувалися понад 100, тож виконано нормалізацію). Частки такі: Solar – 31.1% (≈12.5 ГВт із 40.2 ГВт; найбільша частка й ключовий драйвер зростання), Wind — 25.3% (≈10.2 ГВт; разом із сонячною дає ~56% сукупного потенціалу й формує основний фокус для масштабування), Biomass – 21.7% (≈8.7 ГВт; менша частка, зате більш керована/диспетчерована генерація для покриття базового навантаження), Small Hydro – 13.9% (≈5.6 ГВт; локальна балансувальна потужність, залежна від гідроресурсів і сезонності), Geothermal – 7.9% (≈3.2 ГВт; найменша частка, проте з високими коефіцієнтами використання, забезпечує сталу генерацію та теплоенергію). Розмір сектора дорівнює частці потужності у загальному потенціалі (значення підписані у %); домінування сонця й вітру означає підвищений попит на гнучкість системи (накопичувачі, керування попитом, маневрована генерація), а біомаса, мала ГЕС і геотермальна – важливе доповнення для стабільності та покриття піків. Для планування це означає інвестиційний фокус на Solar/Wind із паралельним розвитком балансувальних рішень, підвищення системної надійності через

біоенергетику, малі ГЕС і геотермальну, а також дотримання регіональної логіки: сонячна – південь, вітер – узбережжя/степ, біомаса – аграрні регіони, мала ГЕС – Карпати/Полісся, геотермаль – локальні осередки.

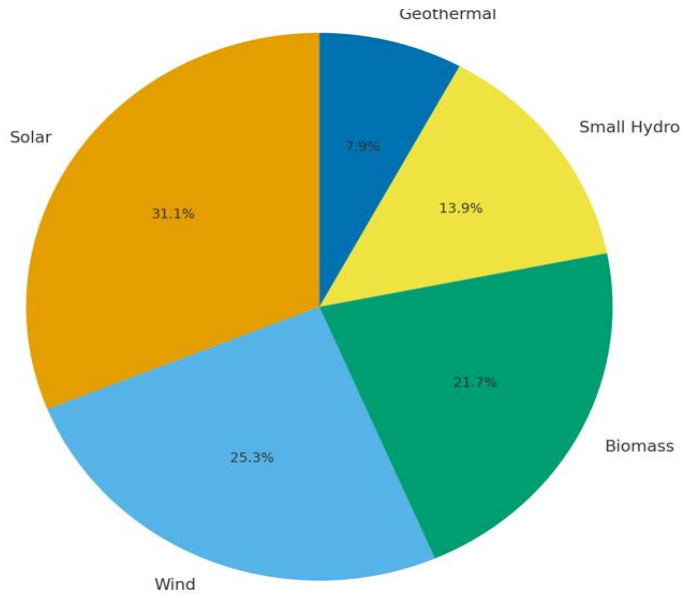


Рисунок 2 – Потенціал відновлюваної енергетики за джерелами

Внесок екотехнологій у енергетичну безпеку проявляється через низку мультиплікаторів: диверсифікація джерел зменшує вразливість до імпортних шоків; локалізація та децентралізація підвищують живучість громад і критичної інфраструктури; зростання гнучкості системи забезпечує ефективне балансування ВДЕ завдяки накопиченню енергії та програмам керування попитом (DR); скорочення викидів сприяє виконанню кліматичних зобов'язань і відкриває «зелений» доступ до зовнішніх ринків; економічні ефекти реалізуються у створенні робочих місць і розвитку локальних ланцюгів постачання обладнання. Водночас впровадження стримують фінансові бар'єри (висока вартість капіталу та тривалі строки окупності), регуляторні обмеження (складні дозвільні процедури та приєднання до мереж), технологічні чинники (дефіцит обладнання й кваліфікованих кадрів), інфраструктурні вузькі місця мереж, а також інформаційні прогалини – брак практичних кейсів і стандартизованих технічних вимог для замовників [4].

Екотехнології є ключовим інструментом зміцнення енергетичної безпеки України: вони знижують імпортозалежність, підвищують живучість енергосистеми та критичної інфраструктури, прискорюють декарбонізацію й створюють локальні ланцюги доданої вартості. Пріоритетними напрямами є розбудова ВДЕ та мікромереж із можливістю островного режиму, масштабування систем накопичення енергії та керування попитом, глибинна термомодернізація будівель, розвиток біоенергетики й водневих рішень, а також утилізація вторинних енергоресурсів. Для швидкого ефекту потрібні узгоджені політики: доступне фінансування (ESCO, «зелені» облігації, CfD), мережеві інвестиції та регуляції для децентралізації, стандарти даних і

компетентностей, а також програми підготовки кадрів. Системне впровадження цих рішень у поєднанні з моніторингом показників (частка ВДЕ, гнучкість, скорочення споживання й викидів) перетворює екологічну модернізацію на рушійну силу повоєнного відновлення та довгострокової конкурентоспроможності України.

Список використаних джерел

1. The Importance of Open Data and Software: Is Energy Research Lagging Behind? / S. Pfenninger et al. *Energy Policy*. 2017. Vol. 101. P. 211-215.
2. REN21. Renewables 2021 Global Status Report. Paris : REN21, 2021. URL: https://www.ren21.net/reports/global-status-report//.
3. Energy Supply. In Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change / R. E. H. Sims et al ; ed. by B.Metz et al. Cambridge : Cambridge University Press, 2007. P. 251-322.
4.Sovacool B. K., Enevoldsen P. One Style to Build Them All: Corporate Culture and Innovation in the Offshore Wind Industry. *Energy Policy*. 2018. Vol. 113. P. 663-674.

УДК 504.06

Залевський Андрій Віталійович,
Розсоха Катерина Вікторівна,
Нестеренко Ростислав Олександрович
здобувачі вищої освіти спеціальності
G2 Технології захисту навколишнього середовища
Бєлоконь Каріна Володимирівна
к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Запорізький національний університет

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ МАРТЕНІВСЬКИХ ПЕЧЕЙ

Мартенівське виробництво сталі – це технологія, яка сьогодні вважається одним із найпотужніших джерел забруднення атмосфери в металургійних регіонах. Принцип мартенівської плавки передбачає викид величезної кількості токсичних речовин. При виплавці сталі в мартенівській печі димові гази утворюються в результаті згоряння палива, нагрівання і розкладання сипких матеріалів згоряння і оксиду вуглецю, що виділяється при окисленні вуглецю шихти. Гази містять велику кількість пилу.

Для очищення відхідних газів мартенівських печей застосовують в основному установки двох типів: сухе очищення в електрофільтрах та рукавних фільтрах і мокре очищення в скрубері Вентурі. На існуючих підприємствах,

наприклад ПАТ «Запоріжсталь», розповсюджена система газоочищення мартенівської печі, що складається з десяти труб Вентурі, бункера-каплеуловлювача, двох циклонів, двох вентиляторів та димової труби. Ця схема є морально застарілою. Перехід на суху очистку дозволяє прибрати «мокру» ланку, відмовитися від громіздкого шламового господарства і значно знизити витрати на електроенергію [1].

Запропоновано суху схему очищення газів у високоефективному рукавному фільтрі типу ФРІР. При цьому способі очищення: малі енерговитрати через відносно невеликий гідравлічний опір апарату (близько 2-2,5кПа); уловлюваний пил сухий, що дозволяє його повністю повернути у виробництво з попередньою обробкою. Концентрація пилу після рукавного фільтра близько 5-10 мг/м³, що відповідає ефективності очистки n=99,9-99%.

Розріз запропонованої системи очищення мартенівських газів наведено на рис. 1.

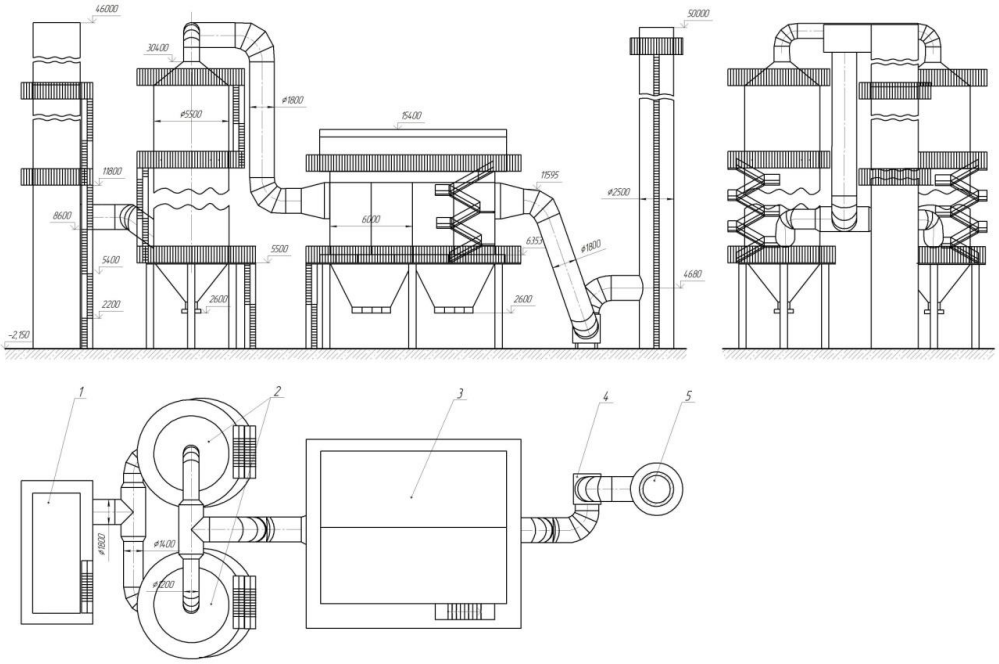


Рисунок 1– Розріз системи очищення мартенівських газів: 1 – котел-утилізатор ОКГ-400; 2 – випарний скрубер АКРП; 3 – рукавний фільтр ФРІР-2000; 4 – димотяг ВМ-180/1100; 5 – димова труба

Після мартенівської печі запропоновано поставити котел-утилізатор марки ОКГ-400, де газ охолоджується до температури 250°С. Після котла-утилізатора газ надходить у два випарні скрубери марки АКРП. Газ, охолоджений до температури 100°С, надходить на очищення у рукавний фільтр марки ФРІР-2000 з такими характеристиками: продуктивність по газу, що очищається 180…240 тис. м^3/год; питоме газове навантаження 1,5…2,0 м^3/м^2·хв; площа поверхні фільтрування 2000 м^2; допустима температура газу, що очищається 135 °С; запиленість газу на виході з фільтра 20 мг/м^3; гідравлічний опір фільтра 2 кПа; тиск стисненого повітря 0,6 МПа; витрата стисненого повітря 240 м^3/год; кількість рукавів фільтрувальних 960 шт.

Після очищення газ витягується димотягом марки ВМ-180/1100у трубу висотою 50 м. Ступінь очищення газів від пилу становить 99,6%. Було виконано аеродинамічний розрахунок газового тракту, загальний опір газовідвідного тракту становить 6172 Па.

Запропоновано схему утилізації уловленого пилу з отримання окатишів. З системи пилоприбирання уловлений пил направляється за допомогою конвеєра в чашковий гранулятор. Пил піддається грануляції із попереднім зволоженням спеціальним розчином. Оброблений укрупнений пил надходить на шихтовий двір і вже звідти в піч як сировину. Пил, що утворився, так званий вельц-окис, є цінною сировиною для кольорової металургії, де її переробляють за відомою технологією. Її підігрівають у барабанах, що обертаються, до 750°С, піддаючи гарячому брикетуванню, а брикети завантажують у піч для відновної плавки.

Річний економічний ефект від запровадження очищення у рукавних фільтрах ФРІР-2000 становив 4480,252 тис. грн, термін окупності додаткових капітальних вкладень складає 3,6 років.

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

УДК 504.06

Зборовський Сергій Олександрович,
Аданік Олександр Олександрович,
здобувачі вищої освіти спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища
Бєлоконь Каріна Володимирівна
к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Запорізький національний університет

ПРОЄКТ СИСТЕМИ МОКРОГО ОЧИЩЕННЯ ГАЗІВ ЗАКРИТИХ ФЕРОСПЛАВНИХ ПЕЧЕЙ

Феросплави є комплексними розкислювачами, що широко застосовуються при виплавці сталі в кисневих конвертерах, електричних і мартенівських печах.

Товарний і передільний силікомарганець отримують одночасним відновленням кремнію та марганцю з шихти, що складається з марганцевої руди, марганцевого безфосфористого шлаку, кварциту і коксика. Виплавка силікомарганцю ведеться безперервним процесом з періодичними випуском металу та шлаку в рудно-термічних печах (РТП) закритого типу.

Процес виробництва феросплавів у рудно-термічних печах супроводжується утворенням пилогазових викидів. Основними шкідливими речовинами є пил, у невеликих кількостях оксид вуглецю СО, метан, азот та

інші. Хімічний склад відхідних газів закритих печей для виплавки феросплавів наведено в таблиці 1. З технологічними газами виноситься і пил, що містить SiO_2, CaO, MgO, MnO, FeO, Cr_2O_3 та інші.

Таблиця 1 – Хімічний склад відхідних газів закритих печей для виплавки феросплавів

Сплав	Об'ємна частка, %					
	CO	CO_2	H_2	CH_4	N_2	O_2
Феросиліцій 75 % - й 45 % - й	 87,3 80 – 88	 5,1 2 – 4	 6,2 3 – 7	 1,4 0,3 – 0,7	 3,6	 0,3 – 1,0
Силікомарганець	71	19,7	1,9	5,0	2,0	0,4
Ферохром вуглецевий	75 – 84	4,7 – 8,5	7 – 11,1	0,3	0,1	0,3

Фракційний склад пилу залежить від виду сплаву, що виплавляється, і режиму роботи печі, однак у всіх випадках характеризується значним вмістом дрібнодисперсних фракцій, що утворюються в результаті сублімації металів і окислення парів. Для очищення газів у феросплавному виробництві застосовують мокру і суху схеми пилогазоочищення.

Враховуючи високу дисперсність пилу, що утворюється в феросплавних печах і значний вміст в газі горючих складових, що зумовлює необхідність його використання в якості теплоносія, для очищення феросплавного газу від пилу слід застосовувати найбільш ефективні способи. Щоб очищений феросплавний газ можна було використовувати як паливо, обрана система газоочищення повинна забезпечувати залишковий вміст пилу в газі не вище 10 – 20 мг/м^3. Для цих цілей застосовують електрофільтри, рукавні фільтри та скрубери Вентурі.

Для очищення газів закритих феросплавних печей найбільшого поширення в нашій країні набула мокра двоступенева система очищення газу. Перший ступінь (грубе очищення) призначений для охолодження газу та уловлювання великого пилу, другий – для отримання необхідного ступеня очищення.

У другий, тонкий, ступінь очищення – трубу Вентурі надходить газ, що містить практично лише дрібнодисперсний пил мікронних та субмікронних розмірів, для уловлювання якого труба Вентурі повинна працювати з дуже високими швидкостями (120 – 150 м/с) та перепадом тиску 15 – 20 кПа. Для забезпечення стабільності режиму застосовують Вентурі труби з регульованою горловиною або з рециркуляцією частини газу після димотягу знову в трубу-розпилювач.

Обрану схему газоочищення при виплавці силікомарганцю в закритій феросплавній печі представлено рис. 1.

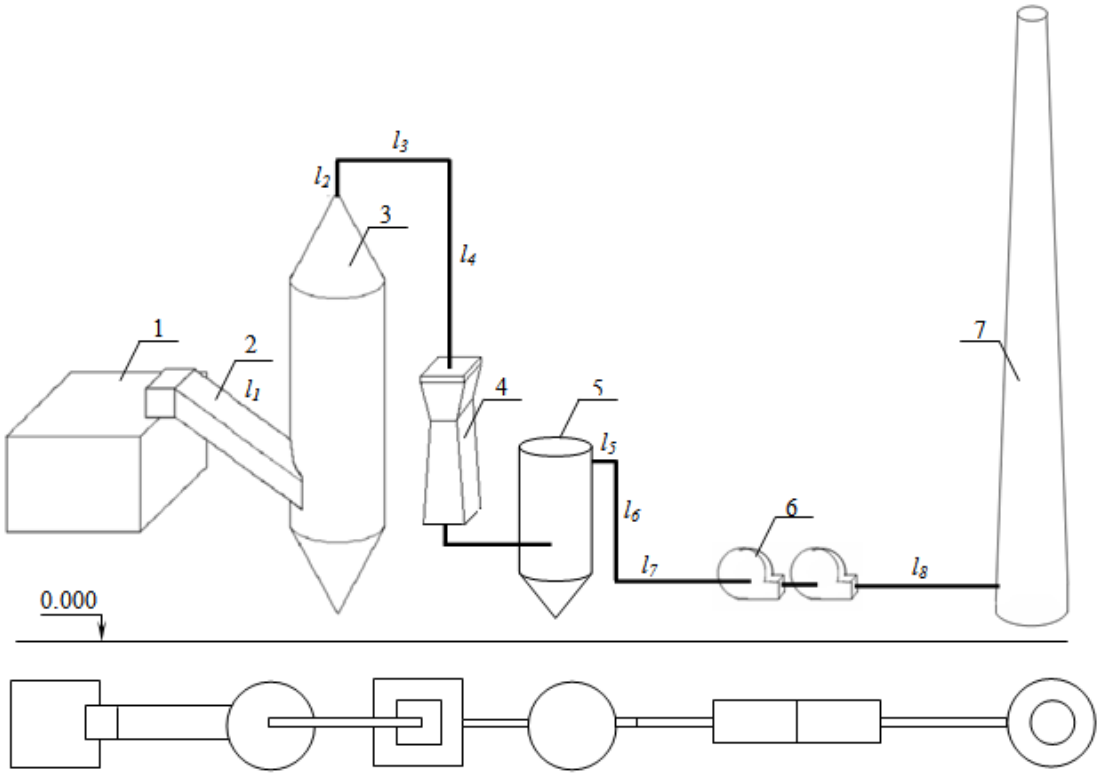


Рисунок 1 – Схема очищення газів феросплавної печі: 1 – закрита феросплавна піч; 2 – похилий газохід; 3 – скрубер;4 – труба Вентурі; 5 – краплеуловлювач; 6 – димотяг; 7 – димова труба

Перший ступінь очищення складається зі скрубера типу АКРП в комплексі з похилим зрошуваним газоходом. Продуктивність скрубера по газу 200 тис./м^3.

Другий ступінь очищення – високонапірна труба Вентурі марки ГВПВ-0,060. Діаметр горловини 280 мм. Продуктивність 18630 – 37800 м^3/год. Очищений до необхідних меж від пилу газ звільняється від крапельної вологи в краплеуловлювачі типу КЦТ – 1600.

Після очищення газ подається двома димотягами марки ВМ-15 в димову трубу заввишки 40 м. Димотяги розташовані послідовно, з числом оборотів n = 1480 об/хв і ККД = 82 %. Початкова запиленість газу складає 4,05 г/м^3, кінцева запиленість 0,01 г/м^3. Ступінь очищення газів від пилу становить 99,7 %. Загальний опір газовідвідного тракту за результатами розрахунків – 11 659 Па.

Розраховано річну виробничу програму ділянки очищення газів, капітальні та експлуатаційні витрати. Річний економічний ефект від запровадження системи очищення становив 1022,670 тис. грн, термін окупності додаткових капітальних вкладень 2,56 років.

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

2. Павлюк Ю. С. Методичні вказівки до розрахунку газового тракту газоочисної системи в курсових проєктах спецдисцеплін і дипломному проєктуванні для студентів денної та заочної форми навчання. Запоріжжя, 2002. 21 с.

УДК 581.1:504.064.2:574.4

Іваненко Максим Костянтинович
аспірант 1 курсу освітньо-наукової програми Е1 Біологія та біохімія
Притула Наталія Михайлівна
к.с-г.н., доцент, доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології
Запорізький національний університет

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ДО ДИМОВИХ АЕРОЗОЛІВ У КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ

Актуальність. Атмосферні аерозолі, особливо димового походження, є одними з найбільш складних за складом і дією забруднювачів. Вони містять наночастинки сажі, металів, органічних сполук і поліциклічних ароматичних вуглеводнів, здатних впливати на клітинні процеси рослин. В умовах воєнних дій, пожеж і вибухів в Україні формується новий тип аерозольного навантаження на екосистеми.

Рослини, як основна ланка саморегуляції біосфери, не лише реагують на ці впливи, а й можуть відігравати ключову роль у відновленні порушених територій. Зокрема, фотосинтез як базовий процес енергетичного обміну є чутливим індикатором стану довкілля. Вивчення його змін під дією димових аерозолів дає можливість зрозуміти механізми біохімічної адаптації й виробити практичні рекомендації щодо біологічної реабілітації територій.

Аналіз останніх досліджень. Світова наука демонструє зростаючий інтерес до взаємодії між рослинністю та дрібнодисперсними частинками ($PM_{2.5}$–PM_{10}). Роботи *Calzadilla et al.* (2022) і *Xie et al.* (2018) доводять, що навіть короткочасна дія аерозолів знижує фотосинтетичну ефективність, впливаючи на структуру хлоропластів. *McReelis* (2024) експериментально показав, що дим змінює спектр фотосинтетично активного випромінювання, зменшуючи асиміляцію CO_2. Водночас вітчизняні дослідження фокусуються переважно на забрудненні атмосфери пилом і газами, тоді як дія димових аерозолів воєнного або промислового походження залишається майже не описаною. Така прогалина у знаннях обмежує ефективність природоохоронних і відновлювальних заходів, що робить дослідження цієї теми надзвичайно актуальним для сучасної екології України.

Мета роботи – узагальнити фізіолого-біохімічні підходи до оцінки реакцій рослин на вплив димових аерозолів і визначити потенціал модельних видів у відновленні функцій екосистем після техногенних навантажень.

Основний зміст. Експериментальні спостереження свідчать, що димові аерозолі викликають у рослин комплекс змін: від механічного осідання частинок на поверхні листків до порушення світлової фази фотосинтезу. Внаслідок цього зменшується продихова провідність, погіршується газообмін і знижується вміст фотосинтетичних пігментів.

Метод асиміляційної колби дає змогу кількісно визначити інтенсивність фотосинтезу шляхом вимірювання обсягу CO_2, засвоєного листком. Порівняння різних типів аерозолів (деревний, міський, техногенний) демонструє, що частинки органічного походження спричиняють менший фотосинтетичний стрес, ніж аерозолі, багаті на важкі метали чи поліциклічні сполуки.

Паралельно знижується вміст хлорофілу *a* та *b*, що є універсальними маркерами ушкодження фотосистеми II. Каротиноїди, навпаки, можуть підвищуватись як захисна реакція, адже вони беруть участь у гасінні активних форм кисню. Такий біохімічний баланс відображає природну стратегію адаптації рослин до оксидативного стресу.

Особливу увагу заслуговують амфіфітні види (*Alternanthera philoxeroides, Hydrocotyle vulgaris*), здатні існувати як у водних, так і наземних умовах. Їх подвійна екологічна пластичність робить ці рослини перспективними біоіндикаторами для оцінки рівня аерозольного забруднення в урбанізованих і поствоєнних зонах.

Результати та обговорення. Очікується, що зі зростанням концентрації аерозолів фотосинтетична активність зменшується у логарифмічній залежності, з подальшим стабілізаційним плато при високих дозах. Це свідчить про активацію адаптаційних механізмів або про незворотне пригнічення фотосинтетичного апарату.

Порівняльний аналіз дозволяє виділити три рівні реакцій:

1. Фізіологічний – зменшення транспірації, продихової провідності, швидкості асиміляції CO_2.
2. Біохімічний – зміна вмісту пігментів, антиоксидантів і ферментів захисної системи.
3. Морфологічний – ушкодження кутикули, зміна кольору листків, зменшення приросту біомаси.

Такі багаторівневі реакції дозволяють розглядати рослини не лише як жертви забруднення, а й як інструмент природного біомоніторингу. Застосування швидких індикаторних методів, заснованих на вимірюванні пігментного складу та візуальних ознак, може суттєво скоротити витрати часу та коштів на оцінку стану довкілля у період відновлення.

Висновки та рекомендації. Проведене узагальнення свідчить, що димові аерозолі виступають складним стресовим чинником, який поєднує фізичний, хімічний і біохімічний вплив на рослинні організми. Їхня дія спричиняє порушення газообміну, зміну співвідношення пігментів та зниження ефективності фотосинтезу. Особливо чутливими виявляються показники продихової провідності та співвідношення хлорофілів a/b, які можуть розглядатися як ранні біоіндикатори екологічного стану рослинності.

Результати досліджень свідчать, що окремі амфіфітні види, зокрема *Alternanthera philoxeroides* та *Hydrocotyle vulgaris*, демонструють відносну стійкість до аерозольного забруднення. Їхні морфофізіологічні особливості дозволяють рекомендувати ці види для використання у програмах біологічної

реабілітації техногенно порушених територій, зокрема у вологих або підтоплених біотопах.

Подальший розвиток цього напряму досліджень має бути спрямований на створення простих, але науково обґрунтованих експрес-методик оцінки фотосинтетичного стресу. Їх упровадження у практику екологічного моніторингу дозволить підвищити оперативність та ефективність оцінки стану рослинного покриву, що особливо важливо для України в умовах післявоєнного відновлення та обмежених матеріальних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Assessing photosynthesis in plant systems: a cornerstone to aid in the selection of resistant and productive crops / P. I. Calzadilla et al. *Environmental and experimental botany*. 2022. Article 104950. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.104950 (date of access: 09.10.2025).
2. Composition and size of retained aerosol particles on urban plants: insights into related factors and potential impacts / S. Chen et al. *Science of the total environment*. 2022. Article 158656. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158656 (date of access: 15.10.2025).
3. Dovbeshko G., Borisova T. War-derived air pollution nanohybrids and their membrane-active properties. *Low temperature physics*. 2024. Vol. 50. №. 3. P. 191–195. DOI: https://doi.org/10.1063/10.0024966 (date of access: 15.10.2025).
4. McReelis N. The impact of wildfire smoke simulated through the use of reduced photosynthetically active radiation and live smoke on ocimum basilicum. *SSRN electronic journal*. 2024. DOI: https://doi.org/10.2139/ssrn.4838326 (date of access: 20.10.2025).
5. Іваненко М., Притула Н. Критичний аналіз методології розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери та напрями його вдосконалення в Україні. *Екологічні науки.* 2025. № 61.

УДК 504.064

Ільченко Володимир Миколайович
здобувач вищої освіти спеціальності «Екологія»
Запорізький національний університет
Домбровський Костянтин Олегович
к.б.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології
Запорізький національний університет

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ПОКАЗНИКАМИ КИСНЕВОГО РЕЖИМУ

Актуальність. Забезпечення населення якісною водою є одним із ключових завдань екологічної безпеки та сталого розвитку. В умовах посилення антропогенного навантаження на водні об’єкти, активної урбанізації та наслідків воєнних дій, що охопили південний регіон України, питання збереження належного екологічного стану Запорізького водосховища набуває особливої ваги. Це водосховище є джерелом питного, господарсько-побутового та промислового водопостачання, тому від його якості залежить здоров’я населення та стабільність регіональної екосистеми [1-3].

Аналіз останніх досліджень. Після проведення аналізу наукових робіт українських дослідників можна відзначити, що екологічний стан Дніпровських водосховищ характеризується високим рівнем евтрофікації, періодичним дефіцитом розчиненого кисню та перевищеннями показників органічного забруднення. Особливо вразливими є нижні б’єфи, де зосереджені водозабори та техногенні скиди. Оцінювання за комплексними індексами забруднення вод (ІЗВ, WQI) вказує на тенденцію до поступового погіршення якості води у літній період, що пов’язано з температурними чинниками та накопиченням біогенних речовин [4-6].

Мета дослідження. Провести гідрохімічну оцінку якості поверхневих вод Запорізького водосховища у 2025 році за показниками розчиненого кисню та біохімічного споживання кисню за 5 діб ($БСК_5$) у порівнянні з гранично допустимими концентраціями для водойм рибогосподарського призначення, визначити рівень забруднення за індексом забруднення води (ІЗВ) та виявити сезонні тенденції змін кисневого режиму.

Матеріали та методи. Моніторинг проводився протягом 2025 року на п’яти постах спостереження в межах Запорізького водосховища:

- м. Запоріжжя (328 км, верхній б’єф Дніпровської ГЕС),
- с. Військове (365 км),
- м. Дніпро, ВП «ПдТЕС» ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго» (404 км),
- м. Дніпро, лівий берег (Ломовський в/з, 420 км),
- м. Дніпро, правий берег (Кайдакський в/з, 420 км).

Визначення показників здійснювалося відповідно до методики ДСТУ 4808:2007 [7]. Параметри розчиненого кисню та $БСК_5$ включено до розрахунку

індексу забруднення води, який характеризує інтегральну якість водного середовища.

Результати досліджень. Упродовж 2025 року концентрації розчиненого кисню у воді змінювалися в межах від 6,3 до 11,6 мг/дм³, із середнім значенням 8,9 мг/дм³, що перевищує мінімально допустимий рівень 4,0 мг/дм³ для водойм рибогосподарського призначення. Найвищі концентрації розчиненого кисню зафіксовано у зимово-весняний період (січень–березень) – 10,0–11,6 мг/дм³, що пов'язано з інтенсивним перемішуванням водних мас, нижчими температурами та відсутністю активних процесів гниття. У літні місяці (червень–серпень) спостерігалося зниження вмісту кисню до 6,0–7,2 мг/дм³, а на окремих ділянках – до 6,3 мг/дм³ (лівобережна частина м. Дніпро). Це зумовлено прогріванням води, біохімічним споживанням кисню при розкладанні органічних речовин та недостатньою аерацією.

Показники біохімічного споживання кисню ($БСК_5$) коливалися від 2,2 до 3,9 мг/дм³, у середньому становлячи ≈ 3,0 мг/дм³. У зимово-весняний період значення $БСК_5$ були помірними (2,4–2,8 мг/дм³), тоді як у літньо-осінній період зафіксовано їх підвищення до 3,5–3,9 мг/дм³, що свідчить про активізацію біохімічних процесів та надходження органічних речовин антропогенного походження. Найвищі показники $БСК_5$ зареєстровано у серпні на Ломовському (3,93 мг/дм³) та Кайдакському (3,45 мг/дм³) водозаборах, що може бути пов'язано з впливом міських стоків.

Узагальнений розрахунок індексу забруднення води (ІЗВ) показав варіювання значень від 0,7 до 1,1, що відповідає категоріям «чиста» – «помірно забруднена» вода. Найвищі значення ІЗВ спостерігалися у серпні–вересні в межах урбанізованих територій, де відмічено найнижчі концентрації розчиненого кисню та підвищені значення показника $БСК_5$.

Висновки.

1. За показниками розчиненого кисню та $БСК_5$ вода Запорізького водосховища у 2025 році характеризувалася задовільною якістю з епізодичними перевищеннями нормативів у літній період.
2. Встановлено сезонну динаміку кисневого режиму, яка відображає вплив природних та антропогенних факторів.
3. Отримані результати свідчать про необхідність системного моніторингу та вдосконалення технологій очищення стічних вод для зниження органічного навантаження на водойму.

Рекомендації.

1. Запровадити розширений гідрохімічний моніторинг з використанням автоматизованих станцій спостереження.
2. Здійснити екологічну паспортизацію зон водозаборів і визначити ділянки ризику за показниками кисневого балансу.
3. Удосконалити систему очищення промислових і побутових стоків, що надходять у водосховище.
4. Активізувати просвітницьку роботу щодо раціонального використання водних ресурсів серед населення регіону.

Список використаних джерел

1. Гребенюк В. М. Моніторинг гідрохімічного стану вод Дніпровського каскаду. *Вісник екології та біології водних систем*. 2023. Т. 15, № 1. С. 33–40.
2. Водний кодекс України. Відомості Верховної Ради України, 1995, № 24, ст.189 (із змінами та доповненнями станом на 2025 р.).
3. Сніжко С. І., Шевченко О. Г. Стан та проблеми екологічного моніторингу водних об’єктів України. *Наукові записки УкрНДІЕП*. 2022. Вип. 34. С. 56–63.
4. Білецька, Г. І. Оцінка якості поверхневих вод України за гідрохімічними показниками. *Екологічна безпека та природокористування*. 2022. № 2. С. 45–52.
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2018. 48 с.
6. Кузьменко Л. О., Трофименко Г. С. Індекс забруднення вод (ІЗВ) як інтегральний показник якості поверхневих вод. *Екологічні науки*. 2020. № 3(30). С. 19–25.
7. ДСТУ 4808:2007. Якість води. Відбір проб. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 15 с.

УДК 005.67:504.05:615.45

Калегов Дмитро
аспірант спеціальності «Екологія» кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Воронова Наталія
к.б.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЯК ОСНОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розвиток світової економіки вимагає уніфікації вимог до систем управління, що забезпечують як якість, так і екологічну безпеку продукції. Для фармацевтичного сектору України, який прагне виходу на ринки ЄС, обов'язковим є не тільки дотримання GMP (Належної виробничої практики), але й впровадження стандарту ISO 13485 для медичних виробів.

У роботі досліджено теоретичні та практичні аспекти побудови інтегрованої системи управління (ІСУ) якістю та екологічною безпекою на фармацевтичному підприємстві. Доведено, що в умовах глобалізації економіки

та посилення інтеграційних процесів, ІСУ, яка поєднує вимоги Належної виробничої практики (GMP) та міжнародних стандартів ISO 9001 (СУЯ), ISO 13485 (СУЯ медичних виробів) та ISO 22000 (безпека харчових продуктів), є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності.

Запропоновано алгоритм впровадження ІСУ, що включає етапи проектування, документування та підготовки до сертифікації. Обґрунтовано, що ІСУ забезпечує синергетичний ефект, сприяє постійному вдосконаленню, оптимізації процесів та зниженню ризиків, що є критично важливим для економічної стійкості та екологічної безпеки фармацевтичного виробництва.

Інтегрована система управління (ІСУ) ПрАТ «ВІОЛА» була проаналізована як приклад ефективної моделі, що включає вимоги ISO 9001:2015, ISO 13485:2016, ISO 22000:2018 (HACCP) та ISO 45001:2019.

Економічні та управлінські переваги ІСУ:

1. Інтеграція стандартів дозволяє створити єдину, злагоджену та прозору систему управління, що значно підвищує загальну ефективність організації порівняно з відокремленим застосуванням стандартів.

2. На відміну від GMP, що більше зосереджені на контролі існуючого стану, стандарти ISO заохочують постійне вдосконалення (Kaizen) та адаптацію до змін, створюючи сприятливе середовище для інновацій та розвитку нових продуктів.

3. ІСУ забезпечує виконання вимог ДСТУ EN ISO 13485:2018 для медичних виробів, що є обов’язковим для експорту на ринки ЄС і знижує регуляторні та комерційні ризики.

4. Дотримання міжнародних стандартів підвищує довіру споживачів та інвесторів, що має прямий економічний ефект.

Нами розроблено п'ятиетапний алгоритм впровадження ІСУ, який систематизує управлінські зусилля (Етап 1: Організація, Етап 2: Проєктування, Етап 3: Документування, Етап 4: Впровадження, Етап 5: Сертифікація). Для забезпечення успіху на Етапі 4 (Впровадження) критично важливою є робота внутрішнього аудиту, який перевіряє практичне виконання вимог ІСУ.

Впровадження ІСУ, сертифікованої, зокрема, за ISO 22000 (система HACCP) та відповідність вимогам GDP (Належна практика дистрибуції), гарантує належне функціонування усіх процесів та підтримання якості продукції протягом життєвого циклу, що є прямою економічною вигодою та запорукою конкурентоспроможності. Результати дослідження можуть бути використані менеджментом підприємств для стратегічного планування та підвищення ефективності діяльності.

Список використаних джерел

1. Воронова Н., Горбань В., Богаткіна В. А., Калегов Д. В. STRATEGIES FOR QUALITY ASSURANCE AND ENVIRONMENTAL PROTECTION IN PHARMACEUTICAL MANUFACTURING AT PJSC "VIOLA". *Annali d’Italia*. 2024. № 62. С. 90-96. URL: https://www.anditalia.com/journal-2/. DOI: 10.5281/zenodo.14558399.

2. Костюк, Г. В., Коваленко А. В. Конкурентоспроможність фармацевтичної промисловості України. *Ефективна економіка*. № 11. 2013.
3. Лін А. А. Фармацевтичний ринок: фундаментальні особливості та проблеми сучасної економіки. *Сучасна економіка*. № 2(42). 2016. URL: http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=4118.
4. Офіційний сайт Міжнародної організації по стандартизації, ISO. URL: http://www.iso.org.

УДК 658.8:004.9

Карпій Сергій Євгенійович
здобувач PhD-програми, спеціальність 101 «Екологія»,
Аданік Олександр Олександрович,
здобувач вищої освіти спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища
Бєлоконь Каріна Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент, заступник директора
з наукової роботи ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

ВПЛИВ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ВОДИ В РІЧЦІ ДНІПРО В МЕЖАХ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ У 2023 РОЦІ НА ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ВОДИ

У сучасному світі проблема забруднення води набуває глобального масштабу. Промислові відходи, сільськогосподарські стоки, неправильна утилізація сміття та активне використання пластику значно погіршують якість води. Дніпро належить до групи великих річок світу, він є основною водною артерією України. В межах України площа водозбору р. Дніпро становить 286 тис. км^2 (57% усього басейну). Питання якості води р. Дніпро постійно досліджується на протязі тривалого часу. В межах Запорізької області основні джерела забруднення є промислові та комунальні стічні води, що потрапляють до річки. Воєнні дії в Україні також справляють негативний вплив на стан навколишнього природного середовища.

Оцінка якості води здійснюється за концентрацією забруднюючих речовин, що представляють пріоритетну небезпеку. Класифікація здійснюється на основі порівняння фактичних концентрацій цих речовин з гранично допустимими концентраціями (ГДК) або іншими стандартами якості води.

Державний моніторинг поверхневих вод складається з діагностичного, операційного та дослідницького моніторингу і здійснюється відповідними суб'єктами моніторингу за біологічними, гідроморфологічними, фізико-хімічними та хімічними показниками, забруднюючими речовинами для визначення хімічного стану масивів поверхневих вод, специфічними синтетичними та несинтетичними забруднюючими речовинами, з метою встановлення екологічного стану масивів поверхневих вод.

Діагностичний моніторинг допоможе дізнатись на скільки діяльність людини вплинула на кількісний та якісний стан води. На його основі розробляються заходи для досягнення «доброго екологічного стану» та «доброго хімічного стану» вод.

Операційний моніторинг здійснюється для масивів поверхневих у яких існує ризик недосягнення екологічних цілей, а також масивів поверхневих, забір води з яких для задоволення питних і побутових потреб населення в середньому протягом року становить більше, ніж 100 м3/добу.

Дослідницький моніторинг здійснюється для масивів поверхневих вод з метою:

- встановлення причин відхилення від екологічних цілей;
- з'ясування масштабу та наслідків аварійного забруднення вод;
- встановлення причин наявності ризику недосягнення екологічних цілей, виявленого в процесі здійснення діагностичного моніторингу, до початку виконання операційного моніторингу.

До 2023 року суттєвим фактором впливу на рівень забруднення р. Дніпро в межах Запорізької області було розбавлення стоків. Через підрив російськими окупантами Каховської ГЕС рівень води в річці Дніпро на Запоріжжі по нижньому б`єфу (нижче греблі Дніпровської ГЕС) знизився щонайменше на 7 метрів у глибину. Виконано порівняльний аналіз якості води р. Дніпро в межах міста Запоріжжя до та після підриву Каховської ГЕС може надати відповідь на питання – Як вплинуло падіння рівня р. Дніпро на стан забруднення?

Спостереження за якістю поверхневих вод проводятся у 6 створах Дніпровського водосховища та у 7 створах Каховського водосховища. Створи розташовані таким чином, що верхній за течією характеризує ступінь забрудненості води Дніпровського водосховища вище за місця скидання зворотних вод підприємствами (вище міста, 1,0 км вище водозаборів ДВС-1, ДВС-2 м. Запоріжжя) і може вважатися фоновим («вхідним» створом), а нижній за течією в Каховському водосховищі дозволяє оцінити ступінь впливу всього промислового комплексу м. Запоріжжя (0,5 км нижче випуску ЦОС-1) – вихідний створ.

Порівняльний аналіз середньорічних концентрації здійснювався з 2021 по 2024 роки. За основу було взято данні моніторингових досліджень забруднюючих речовин в створах спостереження водних об'єктів (мг/дм3), який здійснює Державна екологічна інспекція Південного округу (Запорізька та Херсонська області).

Показники складу та властивостей які досліджувалися: завислі речовини, розчинений кисень, залізо загальне, сульфати, хлориди, фосфати, азот амонійний, нітрати, нітрити, сухий залишок, ХСК, БСК, нафтопродукти. (Табл. №1).

Місце спостереження за якістю води: р. Дніпро (Каховське водосховище) контрольний створ випуск №1 КП «Водоканал», 500м нижче розсіючого випуску ЦОС-1 та р. Дніпро (Дніпровське водосховище), вище міста, 1 км вище питних водозаборів (ДВС-1, ДВС-2). За 2021 та 2022 рік фонове місце спостереження було взято: Дніпровське водосховище, в межах м. Запоріжжя,

500м вище греблі Дніпровської ГЕС.

Нажаль здійснити порівняльний аналіз обсягів скидання забруднюючих речовин у р. Дніпро в межах міста Запоріжжя наразі неможливо, так як доступ до статистичної інформації обмежено. У зв'язку з введенням воєнного стану в Україні детальна інформація щодо кількісних показників стану економіки міста Запоріжжя буде оприлюднена після припинення воєнного стану або стану війни.

Вимоги до якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення встановлюються Гігієнічними нормативами якості води водних об`єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення» затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 02.05.2022 № 721, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України від 16.05.22 за № 524/37860.

До руйнування греблі на Каховській ГЕС спостереження за якістю поверхневих вод проводилися щомісячно, після руйнування періодичність контролю збільшилася та відбувається відповідно до графіку контролю за водогосподарською ситуацією в басейні р. Дніпро, затвердженого наказом Державної екологічної інспекції Південного округу (Запорізька та Херсонська області) від 16.06.2023 № 329.

Таблиця 1 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин в контрольних створах за 2021-2024 роки (мг/дм^3)

Контрольні створи	рік	завислі речовини	БСК	сухої залишок	сульфати	хлориди	азот амонійний	нітрати	нафтопродукти	ХСК	розчинений кисень	фосфати	залізо	нітрити
Дніпровське водосховище, в межах м. Запоріжжя, 500м вище греблі Дніпровської ГЕС	2021	<5,0	2,69	298	53,1	37,45	0,27	1,52	0,032	21,75	9,44	0,31	0,209	0,02
р. Дніпро (Каховське водосховище) контрольний створ випуск №1 КП "Водоканал", 500м нижче розсіючого випуску ЦОС-1		<5,0	3,82	310	54,55	37,2	0,36	6,6	0,025	28,0	7,87	0,6	0,22	0,064
Дніпровське водосховище, в межах м. Запоріжжя, 500м вище греблі Дніпровської ГЕС	2022	<5,0	2,91	295	58,55	37,5	0,285	1,26	0,038	21,75	7,41	0,301	0,227	<0,03

р. Дніпро (Каховське водосховище) контрольний створ випуск №1 КП "Водоканал", 500м нижче розсіючого випуску ЦОС-1		15	4.32	298	30,45	31,25	0,115	1,515	0,033	31,12	5,12	0,469	<0,1	0,285
Контрольні створи	рік	завислі речовини	БСК	сухої залишок	сульфати	хлориди	азот амонійний	нітрати	нафтопродукти	ХСК	розчинений кисень	фосфати	залізо	нітрити
р. Дніпро (Дніпровське водосховище), вище міста, 1 км вище питних водозаборів (ДВС-1, ДВС-2)	2023	12,3	4,17	286,92	29,92	29,25	0,19	1,75	0,029	34,56	7,97	0,227	0,185	0,05
р. Дніпро (Каховське водосховище) контрольний створ випуск №1 КП "Водоканал", 500м нижче розсіючого випуску ЦОС-1		12,08	3,57	329,66	26,75	32,94	0,34	2,99	0,03	29,56	7,62	0,263	0,157	0,12
р. Дніпро (Дніпровське водосховище), вище міста, 1 км вище питних водозаборів (ДВС-1, ДВС-2)	2024	11,89	5,14	301,17	32,31	26,7	0,17	2,7	0,016	41,15	9,06	0,251	0,119	0,05
р. Дніпро (Каховське водосховище) контрольний створ випуск №1 КП "Водоканал", 500м нижче розсіючого випуску ЦОС-1		14,93	7,21	358	46,80	32,79	0,19	4,96	0,042	49,42	10,40	0,156	0,131	0,09

Внаслідок проходження весняного водопілля значно збільшився зміст заліза у воді. Збільшення концентрацій заліза фіксується у всіх точках спостереження, починаючи з «вхідного створу» (без перевищення ГДК).

З березня щороку, у всіх точках спостереження, починаючи з «вхідного створу», спостерігається перевищення гігієнічних нормативів за такими показниками як біологічне споживання кисню (гігієнічний норматив 3,0) та хімічному споживанню кисню (гігієнічний норматив 30,0).

При порівнянні якості води на «вході» з якістю води на «виході», спостерігається збільшення концентрацій за такими речовинами та показниками як нітрати, нітрити, БСК5, ХСК. За іншими речовинами погіршення якості води не відбувається .

Таким чином, можна зробити висновок, що руйнування Каховської ГЕС та спрацювання Каховського водосховища не вплинула на якість води у нижньому б'єфі р. Дніпро в межах міста та нижче. Якість води у р. Дніпро в межах міста та за його межами, насамперед, залежить від фонових показників якості води на «вході» в місто. Спрацювання Каховського водосховища суттєво вплинуло на гідрологічні характеристики (ширина, глибина русла, швидкість течії, витрати води).

Але ситуація потребує постійного моніторингу стану річці Дніпро. Також після припинення воєнного стану або стану війни у зв'язку з відновленням промислового виробництва можливо погіршення рівня забруднення.

Список використаних джерел

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища. (за 2021 рік, 2022 рік, 2023 рік та 2024 рік). *Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації.* URL: https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyshha-v-ukrayini/.

2. Екологічний паспорт Запорізької області (за 2021 рік, 2022 рік, 2023 рік та 2024 рік). *Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації.* URL: https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-pasporty/.

УДК 504.06

Каряка Ігор Геннадійович,
Книрік Вадим Володимирович,
Сметана Олексій Володимирович
здобувачі вищої освіти спеціальності
G2 Технології захисту навколишнього середовища
Бєлоконь Каріна Володимирівна
к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Запорізький національний університет

ПРОЄКТ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ КОЛОШНИКОВОГО ГАЗУ ДОМЕНИХ ПЕЧЕЙ

Доменний цех є одним з основних цехів металургійного підприємства, його роль визначається виробництвом чавуну, який є основним компонентом металошихти при виплавці сталі.

Доменний цех включає доменні печі з розташованим поблизу їх комплексом об'єктів – ливарний двір, повітронагрівачі, система подачі шихти

до колошникового завантажувального пристрою, система газоочищення; бункерну естакаду; відділення розливання чавуну, склад холодного чавуну, повітродувна станція доменного дуття та допоміжні відділення. Всі фізико-хімічні процеси, що відбуваються в доменній печі, можна розділити на три групи: процеси окислення (горіння) палива, процеси відновлення оксидів заліза і інших елементів і процеси плавлення.

Основним продуктом доменної плавки є чавун, а побічними – шлак і колошниковий (доменний) газ. В середньому при згоранні 1 т сухого коксу утворюється 3400 м^3 колошникового газу. Пил і газоподібні викиди з доменних печей утворюються в результаті складних фізичних і хімічних процесів. З колошниковим газом з печі виносяться пил, внесений з шихтою (що утворилася при дробленні шихтових матеріалів, в основному коксу), і пил, що з'явився при терті стовпа шихти в самій доменній печі.

Для очищення колошникового газу застосовують сухі і мокрі способи очищення. Як правило, для очищення колошникового газу до необхідної глибини застосовують багатоступінчасте очищення, яке передбачає його знепилення не менше, чим в трьох-чотирьох послідовно включених апаратах.

Колошниковий газ послідовно піддається трьом стадіям: грубе, напівтонке та тонке очищення [1]. Запропоновано комплексне високоякісне очищення колошникового газу в скрубері Вентурі з подальшим використанням енергії газу в ГУБТ. Схема системи очищення колошникового газу домених печей наведена на рис. 1.

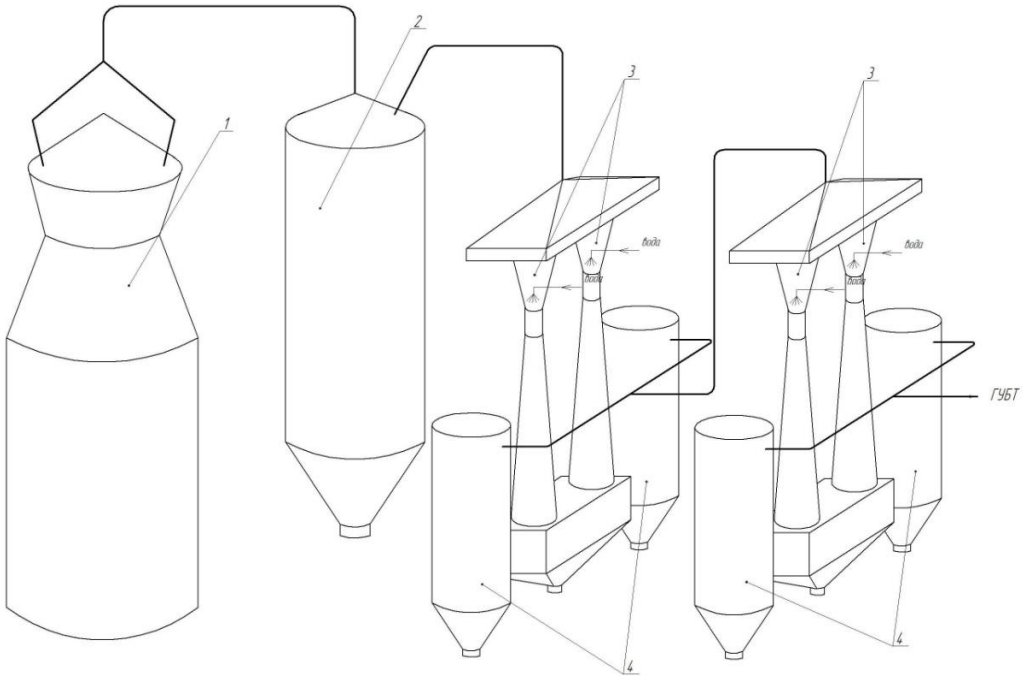


Рисунок 1 – Схема системи очищення колошникового газу домених печей:
1 – доменна піч; 2 – радіальний пиловловлювач; 3 – труба Вентурі;
4 – краплеуловлювач

Перше грубе очищення відбувається в радіальному пиловловлювачі, ефективність якого 65-75%. Газ під дією сил інерції очищається від часток пилу більше 100 мкм. Таке очищення забезпечує зниження запиленості газу з 50 г/м^3 до 20 г/м^3. Напівтонке очищення газу здійснюється в скрубері Вентурі, що складається з двох труб Вентурі ГВПВ-0,140-01 і двох краплеуловлювачів КЦТ-2400, що забезпечує зниження запиленості газу з 20 г/м^3 до 1 г/м^3. Тонке очищення газу, таке саме, як і попереднє, забезпечує зниження запиленості газу з 1 г/м^3 до 0,01 г/м^3. Ефективність очищення 99,9 %.

Після очищення газ направляється до ГУБТ із тиском 170 кПа. За результатами розрахунку вибрана ГУБТ-8.

Запропоновано доменний газ після ГУБТ використовувати як паливо для заводських потреб, в т.ч. як паливо для доменної печі. А пил повертати назад у доменне виробництво, оскільки він містить близько 60 % цінного компоненту (оксид заліза), що дозволяє економити сировинні матеріали. Розроблена система для збору пилу передбачає постійне вивантаження пилу з накопичувальних бункерів кожної секції. Виловлений пил транспортується скребковими транспортерами до загального бункера-накопичувача. Пересипання пилу з довгих бункерів в поперечний здійснюється через шлюзові живильники. Пил подається на чашковий окомковувач, за допомогою живильника, до якого підведена технічна вода. Пил змішується з водою у визначеній пропорції, утворюючи окатиші заданого діаметра.

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

УДК 711.4:502.131.1

Клепакова Уляна
здобувач вищої освіти
Фостащенко Олена Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент
кафедри міського будівництва і архітектури
Запорізький національний університет

ЕКОЛОГІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ МІСТ:ЗЕЛЕНА ІНФРАСТРУКТУРА

Актуальність. Екологічна модернізація міст передбачає інтеграцію зеленої інфраструктури для створення стійких, комфортних та екологічно чистих міських територій.

Зелена інфраструктура – це стратегічний підхід до міського планування, який передбачає інтеграцію природних елементів у забудовані території міст. Вона складається з мережі природних та створених людиною просторів, що виконують екологічні функції. Парки та сквери є невід'ємним елементом міської інфраструктури. Створення продуманої концепції та гармонійний розвиток міста можливі лише за умови збереження й розширення зелених насаджень.

Основними прийомами розміщення зелених насаджень є формування цілісної системи озеленення, яка включає створення різноманітних за функціями парків, скверів, бульварів, а також їхнє розміщення вздовж вулиць, доріг та на прибудинкових територіях.

Аналіз досліджень. Відповідно до визначення ЄС, зелена інфраструктура – це стратегічно спланована система природних і напівприродних територій, доповнена іншими екологічними елементами, яка створюється та управляється з метою забезпечення широкого спектра екосистемних послуг. Серед них: очищення води, покращення якості повітря, забезпечення простору для відпочинку, а також пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптація до них. Така мережа зелених (наземних) і блакитних (водних) просторів сприяє поліпшенню стану довкілля, підвищенню рівня здоров'я та якості життя населення. Крім того, вона підтримує розвиток «зеленої» економіки, сприяє створенню робочих місць і збереженню біорізноманіття [1].

Метою дослідження є аналіз сучасних підходів до формування та розвитку зеленої інфраструктури як ключового елемента екологічної модернізації міського середовища, на прикладі міста Запоріжжя.

Парки та сквери становлять важливу складову міської інфраструктури м.Запоріжжя. Гармонійний розвиток міста можливий лише за умови збереження та розширення його зелених зон [2]. Водночас більшість із них має проблеми з інженерним благоустроєм: практично відсутні системи поливного водопостачання, а освітлення територій розвинене недостатньо й охоплює лише окремі ділянки. Сучасне енергоощадне та дизайнерське освітлення майже не застосовується. Серед інших проблем – це збільшення кількості старих дерев, що втрачають стійкість і декоративність та становлять небезпеку для відвідувачів через обламані чи навислі гілки. Крім того, під час експлуатації часто пошкоджуються малі архітектурні форми, зелені насадження, газони та квітники. Низька культура поведінки окремих містян у громадських зонах відпочинку також призводить до псування майна.

Очевидно, що в умовах повномасштабної війни першочерговим завданням є спрямування бюджетних коштів на оборону та облаштування укриттів. Проте парки продовжують відігравати надзвичайно важливу роль – вони очищують повітря, регулюють температуру й вологість, сприяють покращенню здоров'я населення. До того ж запоріжці, які вже тривалий час живуть у стані стресу через обстріли, особливо потребують місць для психологічного відпочинку та відновлення в гармонії з природою.

У сучасному великому промисловому місті парки залишаються надзвичайно важливою частиною міського середовища – саме тут людина може відчути близькість до природи, спокій і гармонію. Такі місця допомагають відновити психологічну рівновагу, зберегти працездатність і зміцнити здоров'я, тому регулярне відвідування парків і скверів має велике значення для мешканців. Парк може виконувати навіть реабілітаційну функцію, зокрема через створення гарденотерапевтичних зон.

Важливо, щоб зелені простори були гармонійно інтегровані в міську інфраструктуру, залишалися естетичними, безпечними, зручними для всіх

категорій населення та пристосованими до змін клімату. Догляд за парками та скверами міста Запоріжжя є необхідним не лише з екологічної, а й із медико-психологічної точки зору – навіть у період війни.

На жаль, нинішній стан запорізьких парків далекий від європейських стандартів у сфері збереження біорізноманіття та кліматичної адаптації. У країнах Європи парки формуються з урахуванням природних процесів – там можна побачити тінь від потужних дерев, квітучі луки з багаторічних рослин. Рослинність переважно добирають довговічну, місцеву, стійку до спеки та посухи, що не потребує частого поливу.

Отже, паркам і скверам міста Запоріжжя необхідні сучасні природоорієнтовані підходи. Європейські стандарти передбачають також облаштування комфортних лавок, доріжок із природних матеріалів, точкового енергоощадного освітлення. Тому Концепція розвитку парків і скверів має враховувати потреби різних соціальних груп та поєднувати естетику, екологічність і функціональність, а також орієнтуватися на провідні європейські екологічні тенденції [3]. Реалізація такого підходу дасть місту Запоріжжю шанс отримати підтримку Європейського Союзу для розвитку та відновлення міських зелених зон.

Основною проблемою зелених зон міста Запоріжжя є відсутність належної землевпорядної документації, яка б юридично захищала їх від забудови. Через це території парків і скверів поступово забудовують: на місці щонайменше двох міських скверів вже зведені магазини мережі АТБ, а ще п’ять ділянок офіційно відведені під майбутню забудову. Сьогодні більшість парків і скверів перебувають у занедбаному стані – спостерігається нестача зелених насаджень, видалені дерева не відновлюються, а самі території не відповідають сучасним потребам мешканців. Ці проблеми можна вирішити за наявності фінансування. Проте у випадку забудови цих територій жодні кошти вже не зможуть повернути їх місту.

В ідеалі міські парки та сквери мають бути поділені на функціональні зони, які задовольнятимуть різні потреби населення, та засаджені стійкими до сучасних кліматичних умов видами рослин. Такі насадження можуть імітувати природні лісові екосистеми або квітучі луки з густою травою, приємною тінню та прохолодним затінком – місця, де містяни могли б сховатися від літньої спеки й відновити сили серед природи.

Таким чином, запорізькі парки та сквери стикаються з низкою серйозних проблем: відсутністю систем поливу та якісного освітлення, використанням рослин, неадаптованих до змін клімату, недостатньою доступністю для людей без власного транспорту та маломобільних груп населення., а також загальна занедбаність і невідповідність європейським стандартам.

З метою подолання цих проблем і наближення міських зелених зон до сучасних екологічних та естетичних вимог Запорізька міська рада створила робочу групу для розробки Концепції розвитку парків і скверів м. Запоріжжя [3]. Основна мета цієї Концепції – визначити модель системного благоустрою, що передбачатиме комплекс заходів із збереження, реконструкції наявних

парків і скверів та створення нових зелених територій. У подальшому документ планується винести на розгляд і затвердження сесії міської ради.

Висновки та рекомендації. Таким чином, впровадження екологічної модернізація через зелену інфраструктуру є не просто трендом, а необхідним шляхом для забезпечення сталого розвитку та відновлення українських міст.

Зелена інфраструктура є важливою складовою для створення більш комфортних, екологічно чистих та стійких міст в Україні. Впровадження принципів зеленої інфраструктури у міське планування сприятиме покращенню якості життя городян, підвищенню біорізноманіття та адаптації до зміни клімату.

Список використаних джерел

1. European Commission. Ecosystem services and Green Infrastructure. Європейська комісія з охорони навколишнього середовища. URL: https://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/index_en.htm.

2. Вісім ідей для зелених міст України. Посібник для міст, громад і громадян / авт. кол.: С. Романко, Н. Андрусевич. Київ : 2020. 56 с.

3.Запоріжжя готує Концепцію парків та скверів: головні проблеми зелених зон та їхнє ідеальне майбутнє. URL: https://soda.zp.ua/articles/yak-u-zaporizhzhi-vysadzhuiut-maibutnie-shcho-take-khortytskyi-horod-i-chomu-tse-vazhlyvo/.

УДК 504.062:004.9

Коростильов Дмитро
аспірант спеціальності Е2 «Екологія»
кафедри загальної та прикладної екології і зоології
Воронова Наталія
к.б.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТАЦІЇ ТА МІТИГАЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Актуальність дослідження методів автоматизованого контролю температури (АСКТ) визначається глобальною кліматичною кризою, що вимагає негайної мітигації (зниження викидів парникових газів через енергоощадження) та адаптації (забезпечення стійкості житлового фонду до температурних екстремумів). Підвищення енергоефективності будівель є ключовим важелем у скороченні споживання викопного палива. Сучасні АСКТ, інтегровані в концепцію «розумного будинку», безпосередньо сприяють досягненню Цілей сталого розвитку ООН (ЦСР 7 – Доступна та чиста енергія, ЦСР 11 – Сталі міста та громади) шляхом раціонального використання енергії та підвищення стійкості міської інфраструктури до кліматичних загроз.

Світовий науковий фокус зосереджений на застосуванні методів штучного інтелекту (AI) для предиктивного керування в АСКТ. Міжнародні дослідження

(Wu et al. [1], Das et al. [2]) підтверджують, що інтеграція глибокого навчання з підкріпленням забезпечує ефективне балансування між тепловим комфортом і мінімізацією енерговитрат. Ефективні системи повинні бути багатофакторними, інтегруючи контроль не лише температури, а й вологості (Sharmin et al. [3]), що є критичним для адаптації до змін клімату. В українському науковому просторі підтверджується необхідність врахування кліматичних загроз (Дядін та ін. [4]) та розробки надійних моделей баз даних для муніципального екологічного та енергетичного моніторингу (Очеретний та ін. [5]) з метою об'єктивної верифікації ресурсоощадного та екологічного ефекту.

Новизна полягає у розробці комплексного підходу, що включає предиктивні моделі, адаптовані до локальних кліматичних умов, та інтеграцію з екологічним моніторингом для підтвердження внеску системи в мітигацію кліматичних змін.

Метою роботи є дослідження, порівняння та розробка гібридної системи автоматизованого контролю температури, яка використовує предиктивне керування для підвищення енергоефективності на 10-15% порівняно з існуючими комерційними рішеннями. Система має забезпечити адаптацію до індивідуальних особливостей приміщень і мітигацію впливу будівлі на клімат через максимальне ресурсоощадження.

Проведено аналіз трьох основних підходів до регулювання: PID-регулятори (прості, але малоефективні у нелінійних умовах), системи на основі нечіткої логіки (гнучкі у нелінійних умовах) та нейронні мережі (максимальна точність і самонавчання, але високі обчислювальні вимоги). У контексті необхідності предиктивного керування, що є ключовим для реакції на мінливі погодні умови та кліматичні екстремуми, найбільш перспективним є підхід, заснований на AI.

Запропоновано гібридну систему на базі PID-регулятора з предиктивним модулем, що використовує машинне навчання для прогнозування температурних змін з урахуванням зовнішніх факторів (погодні умови, інсоляція). Це дозволяє системі не просто реагувати на відхилення, а запобігати їм, оптимізуючи роботу опалення/кондиціонування до початку екстремальних змін.

Експериментальне дослідження (6 місяців, м. Запоріжжя, мікроконтролер ESP32, датчики DS18B20/DHT22) підтвердило високу точність регулювання та значне зниження енергоспоживання: 20% взимку та 15% у перехідний період. Такий рівень енергоощадження безпосередньо корелює зі зменшенням викидів CO_2 та є прямим внеском у мітигацію кліматичних змін.

Запропонована гібридна система АСКТ є ефективним інструментом кліматичної мітигації (через ресурсоощадження) та адаптації (через забезпечення стійкого комфорту в умовах температурних коливань).

Розроблену методологію предиктивного керування необхідно поширити на інші аспекти управління мікрокліматом (вологість, якість повітря), критичні для здоров'я в умовах зміни клімату.

Для об'єктивної оцінки екологічного ефекту (зменшення вуглецевого сліду) критично необхідна інтеграція АСКТ з муніципальними системами екологічного та енергетичного моніторингу.

Подальша робота має бути зосереджена на створенні ресурсоощадних мікроконтролерних систем (ESP-32) з інтегрованими AI-моделями для забезпечення максимальної стійкості та екологічної відповідальності.

Список використаних джерел

1. Towards comfortable and cost effective indoor temperature management in smart homes: A deep reinforcement learning method combined with future information / Z. Wu et al. *Energy and Buildings*. 2022. Vol. 275. 112491. DOI: 10.1016/j.enbuild.2022.112491.
2. The Impact of Smart Homes on Energy Efficiency and Sustainability. In 2023 10th IEEE Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (UPCON) / L. Das et al. IEEE, 2023. DOI: 10.1109/upcon59197.2023.10434418.
3. Humidity Based Automated Room Temperature Controller Using IoT. In 2019 Third International conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC) / F. Sharmin et al. IEEE, 2019. DOI: 10.1109/i-smac47947.2019.9032624.
4. Дядін Д., Дрозд О., Переходович К. Оцінка ступеня прояву поточних і майбутніх кліматичних загроз на території м. Полтава. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2024. № 6. С. 65–72. DOI: https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.6.8.
5. Моделі баз даних в системах муніципального енергетичного та екологічного моніторингу / В. Очеретний та ін. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2025. № 2. С. 80–92. DOI: https://doi.org/10.32782/1995-0519.2025.2.9.
6. Воронова Н. В., Горбань В. В., Литвиненко А. В., Височін Д. В. YOLO-базована автоматична ідентифікація рогів оленів для оцінки стану популяцій. *Екологічні науки*. 2025. № 3-60. С. 109-115. DOI: 10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.20.

УДК 504.064.36:628.1(477.64)

Курта Микола
здобувач вищої освіти
Фостащенко Олена Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Добровольська Оксана Григорівна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Запорізький національний університет

НОРМАТИВНІ ТА САНІТАРНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ МАЛИХ РІЧОК У СТРУКТУРУ МІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ

Актуальність. У межах Запорізького регіону процеси активної урбанізації та тривалого промислового навантаження, зростання кількості водосховищ [1] призвели до суттєвого погіршення стану природних водних систем, зокрема малих річок. Неконтрольоване використання водних ресурсів, порушення природного дренажу територій і техногенний вплив спричинили

деградацію водних екосистем, що позначається на екологічній стабільності регіону та умовах життя населення. У сучасних умовах особливої ваги набуває розроблення та впровадження комплексних заходів, які охоплюють нормативно-правові, санітарно-технічні й ландшафтно-планувальні аспекти. Це сприяє підвищенню екологічної безпеки, розвитку рекреаційних зон і зміцненню природного каркаса урбанізованих територій. Розв'язання зазначених проблем є важливим компонентом регіональної екологічної політики, що має ґрунтуватися на принципах сталого розвитку, ефективного управління водними ресурсами та узгодження містобудівних рішень із сучасними екологічними стандартами.

Аналіз досліджень. Відновлення малих річкових водотоків через нормативно-правове врегулювання, санітарно-технічні втручання та ландшафтно-містобудівне планування дозволяє трансформувати деградовані річкові долини у повноцінні рекреаційні зони та елементи зелено-блакитної інфраструктури [2]. Поєднання таких підходів забезпечує відновлення гідрологічного режиму, покращення якості водного середовища та формування інтегрованих «зелених-блакитних» просторів у структурі міста. Досвід упровадження природоорієнтованих підходів у містобудівну практику підтверджує, що інтеграція малих річок у структуру міських ландшафтів може стати дієвим інструментом відновлення екологічного балансу урбанізованих територій. Раціональне поєднання водно-екологічних принципів із планувальними рішеннями сприяє не лише покращенню стану водних об'єктів, а й формуванню комфортного та безпечного середовища для мешканців.

Для забезпечення довготривалої ефективності таких проєктів необхідно оновити законодавчу базу, удосконалити екологічні нормативи та запровадити містобудівні стандарти, що враховують гідрологічні та ландшафтні особливості місцевості [3]. Це дозволить гармонізувати взаємодію між природними системами та забудовою.

З огляду на кліматичні зміни й зростання техногенного навантаження, відновлення малих річок та їх інтеграція в міське середовище набувають стратегічного значення. Такі заходи стають основою формування стійких, екологічно збалансованих урбанізованих просторів, здатних адаптуватися до сучасних викликів і підтримувати регіональну екологічну безпеку.

Метою проведеного дослідження є формування системи заходів нормативного, техніко-санітарного та містобудівного характеру, що забезпечують відновлення природного стану малих водотоків у Запорізькому регіоні.

Проведений аналіз стану водних об'єктів свідчить, що сучасний екологічний стан більшості малих і середніх річок Запорізької області залишається незадовільним. Динаміка останніх років демонструє відсутність тенденції до покращення, що зумовлює необхідність комплексного перегляду підходів до управління водними ресурсами регіону.

Гідрографічна мережа області поділяється на дві основні групи: до північної групи Придніпров'я належать притоки річки Вовчої – Гайчур, Велика Терса, а також водотоки Конка, Янчекрак, Карачекрак, Велика Білозерка та

інші, загалом близько 25 річок,південна група Приазов’я об’єднує приблизно 40 водотоків, серед яких – Великий і Малий Утлюк, Молочна, Берда, Обіточна, Лозоватка, Джекельня, Домузла та Корсак.

Сучасні кліматичні зміни суттєво впливають на водний баланс цих річкових систем. Зменшення кількості опадів, підвищення середньорічних температур, зниження рівнів ґрунтових вод і процеси замулення спричиняють скорочення водності та деградацію природних екосистем. Ці тенденції особливо помітні на прикладі річки Березнувата – однієї з проток Верхньої Хортиці в межах м. Запоріжжя, де спостерігається поступове обміління і погіршення якості води.

Однією з найгостріших проблем залишається забруднення водотоків неочищеними або частково очищеними стічними водами, накопичення побутових відходів, неефективне управління басейнами та систематичне порушення водоохоронного режиму. На візуальних матеріалах (рис. 1) відображено масштаби антропогенного впливу та деградації прибережних територій. Раціональне використання й охорона малих річок мають здійснюватися на засадах відповідальності землекористувачів і водокористувачів, у чиїх межах розташовані водозбірні ділянки. Для збереження водності та запобігання подальшому забрудненню необхідно створювати водоохоронні зони і прибережні захисні смуги, упорядковувати їх межі, встановлювати відповідні попереджувальні знаки, а також забезпечувати належний санітарний стан територій. Важливим напрямом є благоустрій прибережних смуг: насадження вологолюбних рослин із міцною кореневою системою, що запобігає ерозії, стабілізує ґрунт і сприяє очищенню поверхневого стоку.



Рисунок 1 – Екологічні наслідки порушення водоохоронного режиму малих річок у межах міських агломерацій

Відновлення гідрологічного режиму передбачає періодичне розчищення русел, ліквідацію сміттєвих і рослинних заторів, видалення повалених дерев та мулових нашарувань. Такі роботи не потребують значних витрат і повинні проводитися регулярно, особливо після паводкових періодів.

Сучасне містобудівне планування передбачає функціональне зонування територій уздовж водойм для оптимального розподілу навантаження між акваторією та прибережною смугою. Такий підхід запобігає хаотичній забудові, зберігає природний баланс і стимулює сталий розвиток міських територій.

Висновки. Облаштування рекреаційних зон біля річок має включати створення безпечних і доступних виходів до води, впорядкування набережних, установлення малих архітектурних форм та озеленення з урахуванням сезонної експлуатації. Це не лише підвищує привабливість територій, а й сприяє формуванню позитивного іміджу міста, екологічному вихованню населення та гармонійному співіснуванню урбанізованого і природного середовищ.

Список використаних джерел

1. Andriev V. G., Gapich G. V. Impact of ponds and reservoirs construction on the environmental safety of small river basins of the steppe zone of Ukraine (the case of Dnipropetrovsk region). *Land Reclamation and Water Management*. 2020. № 1. P. 158-162. DOI: 10.31073/mivg202001-228. URL: https://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/228 (дата звернення: 24.10.2025).
2. Мендерецький В. В., Матуз О. В., Недільська У. І., Придеткевич С. С. Географічні основи ландшафтного проєктування та дизайну : навч.-метод. посіб. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський нац. ун-т ім. Івана Огієнка, 2023. 234 с. URL: http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7543.
3. Цигичко С. П. Екологія в архітектурі і містобудуванні : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2012. 146 с. URL: https://www.clipr.cc/g0Vt2.

УДК 504.75:551.583

Линник Діана Олександрівна
здобувач вищої освіти спеціальності
технології захисту навколишнього середовища
Грицуляк Галина Михайлівна
д.с.-г.н., доцент, зав. кафедри технологій захисту навколишнього середовища
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ПРОБЛЕМА ЗМІНИ КЛІМАТУ: РОЛЬ ПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРУ

На фоні загальної екологічної кризи особливо гострою є зміна клімату. Глобальне потепління вже спричиняє серйозні наслідки: щороку зростає кількість екстремальних погодних явищ, підвищується рівень океану, що небезпечно для прибережних регіонів. Зміни клімату руйнують природні екосистеми та створюють загрозу для забезпечення продовольством мільярдів людей у всьому світі. Промислові об'єкти, будучи основними споживачами енергії та джерелами викидів забруднюючих речовин, стоять перед необхідністю комплексного переосмислення своїх виробничих процесів.

Широке використання викопного палива та вирубка лісів для сприяння антропогенній діяльності та урбанізації тісно пов'язані з глобальною зміною клімату, яка виникає внаслідок парникового ефекту, пов'язаного зі збільшенням вмісту CO_2 та інших парникових газів в атмосфері [1]. Зміна клімату передбачає довгострокові зміни у погодних умовах та кліматичних характеристиках, такі

як: зміна температури, опадів, вітрового режиму. Середня температура поверхні Землі у 2024 році була найвищою за всю історію спостережень з початку ведення обліку в 1880 році [2]. На рисунку 1 відображено зміну глобального індекса температури суші та океану.

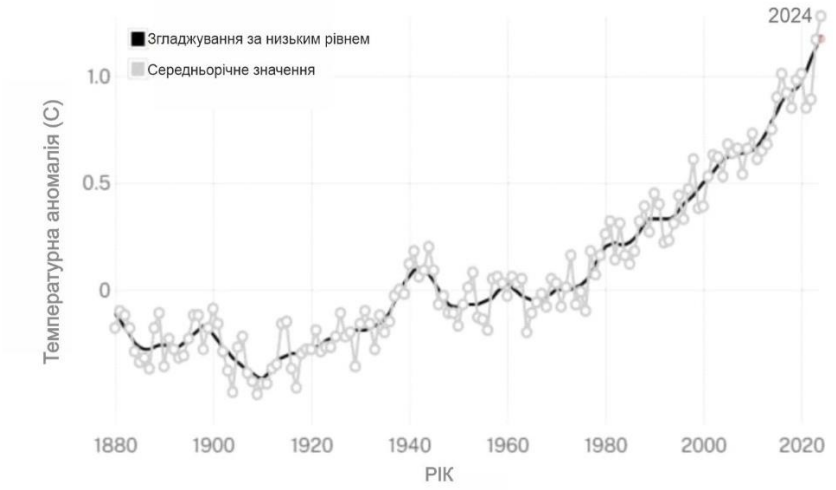


Рисунок 1 – Глобальний індекс температури суші та океану [2]

Основні причини зміни клімату мають антропогенне походження:

1) Промислова діяльність;

2) Вирубування лісів та осушування боліт;

3) Викиди парникових газів.

Кліматичний вплив на здоров'я проявляється через безпосередні механізми (зокрема, воздія надмірних температур, ураганів, паводків та атмосферного забруднення) та опосередковані шляхи (включаючи вимушену міграцію населення, порушення продовольчого забезпечення та флуктуації водних ресурсів). Ця складна система взаємодій формує багаторівневий каскад впливів, що простягається від індивідуального рівня до глобальних масштабів, створюючи нові виклики для системи охорони здоров'я та вимагаючи комплексного підходу до адаптації та попередження кліматично обумовлених ризиків для людського здоров'я. [3]. Зростання викидів парникових газів розглядається як причина інфекційних та неінфекційних захворювань, негативного впливу на харчування, водну безпеку та інших соціальних потрясінь [4].

Домінуючим антропогенним джерелом надходження CO_2 в атмосферу є процеси згоряння викопних енергоносіїв, зокрема вугілля, нафтопродуктів та природного газу, які широко використовуються в енергетичному секторі, промисловості та транспорт [5]. Промисловий сектор займає провідне місце серед глобальних джерел викидів парникових газів, відповідаючи за значну частку антропогенних емісій. За даними Міжнародного енергетичного агентства, промисловість генерує близько 37% світових викидів CO_2, що робить її другим за величиною після енергетичного сектору. Особливо критичними є викиди від важкої промисловості, включаючи металургію,

цементне виробництво та хімічну промисловість, де процесні викиди є невід'ємною частиною технологічних процесів [6]. Енергетична галузь займає домінуючі позиції серед забруднювачів, генеруючи близько 60-65% від сукупного обсягу парникових газів, що відображає критичну залежність економіки країни від вуглецевоємних енергетичних технологій. Сектор промислових процесів та споживання продукції займає другу позицію з часткою 20-25% викидів, що свідчить про значну роль енергоємних виробництв у формуванні національного карбонового сліду [7].

З огляду на масштабні викиди парникових газів від промислового сектору, необхідно запровадити комплекс заходів для декарбонізації виробництва та переходу до сталих технологій. До основних аспектів досягнення нульових викидів парникових газів, належать ефективність кінцевого використання та електрифікацію, постачання чистої електроенергії, постачання чистого палива, «уловлювання, зберігання та використання парникових газів», покращення поглинання земельними ресурсами, скорочення викидів, відмінних від CO_2 [8].

Зміна клімату є серйозною проблемою сьогодення. Мінімізація екологічних ризиків промисловості для досягнення кліматичної нейтральності є необхідним кроком для зменшення антропогенного навантаження на довкілля.

Список використаних джерел

1. The impact of technological progress and industrial structure optimization on manufacturing carbon emissions: a new perspective based on interaction / J. You, W. Zhang, W. Lin et al. *Environment, Development and Sustainability*. 2025. Vol. 27. P. 16205–16236. URL: https://doi.org/10.1007/s10668-024-04531-7.
2. NASA Global Climate Change and Global Warming. (2025). Global surface temperature. NASA's Jet Propulsion Laboratory. URL: https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature/?intent=121.
3. Exploring the relationship between climate change, air pollutants and human health: impacts, adaptation, and mitigation strategies / G. O. Ofremu, B. Y. Raimi, , S. O. Yusuf et al. *Green Energy and Resources*. 2025.Vol. 3(2), P. 100074. URL: https://doi.org/10.1016/j.gerr.2024.100074.
4. Mikhaylov A., Moiseev N., Aleshin K., Burkhardt T. Global climate change and greenhouse effect. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*. 2020. Vol. 7(4). Article 2897. DOI: http://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(21).
5. Filonchyk, M., Peterson, M. P., Zhang, L., Hurynovich, V., & He, Y. Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO2, CH4, and N2O / M. Filonchyk, M. P. Peterson, L. Zhang et al. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 935. Article 173359. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359.
6. Lynnyk D. O., Hrytsuliak G. M. Analysis of the state of atmospheric air in the city of Ivano-Frankivsk. *17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. November 7-10,*

2023, Kyiv, Ukraine. Vol. 2023. P. 1-5. European Association of Geoscientists & Engineers. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520140.

7. Rahnama Mobarakeh M., Kienberger T. Climate Neutrality Strategies for the Chemical Industry Using a Novel Carbon Boundary: An Austrian Case Study. *Energies*.2025. Vol. 18(6). Article 1421. DOI: https://doi.org/10.3390/en18061421.

8. Laharish Guntuka, Prabhjot S. Mukandwal, Emel Aktas, Vamsi Sai Krishna Paluvadi; From carbon-neutral to climate-neutral supply chains: a multidisciplinary review and research agenda. *The International Journal of Logistics Management.* 30 April 2024. Vol. 35(3). P. 916–942. DOI: https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2023-0116.

УДК 504.53:631.618

Линник Діана Олександрівна
здобувач вищої освіти спеціальності G2
Технології захисту навколишнього середовища
Шиманський Володимир Ярославович
доцент кафедри Технології захисту
навколишнього середовища та безпеки праці
Грицуляк Галина Михайлівна
д. с. г. н., доцент кафедри Технології захисту
навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ТЕХНОГЕННЕ ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ТА ШЛЯХИ ЇХ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ

Техногенне порушення земель є однією з найактуальніших екологічних проблем сучасності. Інтенсивна діяльність промислових підприємств, гірничодобувного сектору, будівництва, транспорту та інших антропогенних чинників призводить до деградації ґрунтового покриву, втрати біорізноманіття, зміни гідрологічного режиму, зниження ландшафтної стійкості та продуктивності земельних ресурсів. Масштаби таких процесів набули глобального характеру, що потребує невідкладного впровадження ефективних природоохоронних заходів і програм рекультивації [1, 5].

Рекультивація земель – це комплекс технічних, біологічних і організаційних заходів, спрямованих на відновлення продуктивності, господарської цінності та екологічної стабільності порушених територій. Вона включає технічний етап, який передбачає планування рельєфу, ліквідацію джерел забруднення, формування родючого шару та інженерну підготовку території, і біологічний етап, що охоплює відновлення родючості ґрунтів шляхом внесення органічних і мінеральних добрив, біопрепаратів, посіву трав, висадження дерев, кущів і спеціальних культур [1, 2].

Раціональне використання у контексті рекультивації означає вибір оптимального напряму відновлення – сільськогосподарського, лісогосподарського, водогосподарського, рекреаційного або

природоохоронного – з урахуванням природно-кліматичних особливостей, стану ґрунтів та економічної доцільності. Одним із перспективних напрямів біологічної рекультивації є висадження енергетичних культур (міскантусу, верби, тополі, павловнії, проса цукрового тощо), які характеризуються швидким ростом, високою біомасовою продуктивністю та здатністю поліпшувати структуру ґрунту. Такі культури ефективно закріплюють еродовані схили, знижують ризик дефляції, накопичують органічну речовину, сприяють відновленню мікробіологічної активності ґрунту й можуть бути використані як відновлюване джерело енергії, що забезпечує економічну вигоду для регіону [3, 5].

Важливою умовою є комплексний підхід до рекультивації, що поєднує екологічне відновлення із соціально-економічним розвитком території. Така багатофункціональна модель дозволяє одночасно відновлювати природні функції земель, покращувати стан довкілля й створювати нові можливості для зайнятості населення через розвиток біоенергетики, лісового чи аграрного сектору.

Пріоритетність екологічної складової полягає у відновленні біологічної активності ґрунтів, стабілізації ландшафтів і запобіганні подальшій деградації територій (ерозії, дефляції, засоленню). Відновлення рослинного покриву, покращення водного режиму, регенерація мікроклімату – це ключові передумови для сталого відновлення екосистем [1, 4].

Сучасна рекультивація базується на застосуванні інноваційних технологій – біоремедіації, фітомеліорації, використанні мікробних консорціумів, біостимуляторів, геоінформаційних систем (ГІС) для моніторингу стану ґрунтів, оцінки ефективності заходів і планування подальшого використання земель. Це дозволяє пришвидшити процеси ґрунтоутворення, відновити баланс поживних речовин і контролювати якість середовища у реальному часі [9, 10].

Важливою умовою є економічна доцільність рекультивації: вибір напрямку відновлення має ґрунтуватися на техніко-економічному обґрунтуванні, що забезпечує максимальний ефект при мінімальних витратах. Використання енергетичних культур у цьому контексті є одним із найефективніших рішень, оскільки дозволяє поєднати відновлення деградованих земель із виробництвом відновлюваної енергії [6, 7].

Не менш значущим принципом є оборотність земель – створення умов, за яких рекультивовані ділянки можуть швидко повернутися до активного господарського обігу. Це сприяє підвищенню продуктивності агроландшафтів, оптимізації землекористування та зменшенню навантаження на природні екосистеми [4, 8].

Фінальною метою є створення стійких агро- та екосистем, здатних до саморегуляції та самовідновлення. Висадження енергетичних культур, упровадження біотехнологій і природоорієнтованих рішень сприяють формуванню біологічно збалансованих ландшафтів, що мінімізують негативний вплив на суміжні території, забезпечують довготривалу стабільність і підвищують екологічну стійкість регіонів.

Таким чином, рекультивація техногенно порушених земель є ключовим інструментом екологічної політики та сталого розвитку. Комплексний підхід, поєднання екологічних, економічних і соціальних цілей, застосування інноваційних технологій та використання енергетичних культур забезпечують ефективне відновлення природного потенціалу територій, підвищують енергетичну незалежність і сприяють формуванню безпечного, гармонійного середовища для життя людини.

Список використаних джерел

1. Environmentally safe reclamation of solid waste landfills / R. Grechanik and aet al. *Journal Environmental Problems*. 2023. 8(1). P 47–54.

2. Шевчук Р. М. Методика супутникового моніторингу геокологічного стану територій відкритого видобування корисних копалин (на прикладі Житомирського Полісся) : автореф. дис. … канд. геол. наук : 05.07.12. Київ, 2019. 23 с.

3. Філіпович В. Є. Оперативний контроль поширення нелегального видобутку бурштину та оцінка збитків, заподіяних державі, за матеріалами багатозональної космічної зйомки. *Екологічна безпека та природокористування*. 2015. № 4 (20). С. 91–97.

4. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища Житомирської області у 2022 році. URL: https://eprdep.zht.gov.ua (дата звернення: 23.02. 2024).

5. Akbar Mehdilo, Mehdi Irannajad, Bahram Rezai. Chemical and mineralogical composition of ilmenite: Effects on physical and surface properties. *Minerals Engineering.* 2015. Vol. 70. P. 64–76. DOI: https://doi.org/10.1016/ j.mineng.2014.09.002.

6. Ремезова О. О. Проблеми дослідження родовищ ільменіту північно-західної частини Українського щита. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2005. № 23. С. 22–27.

7. Базалійська Л. М. Звіт про гелогорозвідувальні роботи розвідки Паромівського розсипного родовища ільменіту. Київ: ДП «Українська геологічна компанія», 2016. 259 с.

8. González-González Andrés, Clerici Nicola, Quesada Benjamin. Growing mining contribution to Colombian deforestation. *Environmental Research Letters*. 2021. Vol. 16(6). Article 064046. DOI: doi:10.1088/1748-9326/abfcf8.

9. Веремеєнко С. І., Саврасих Л. Д. Екологічний стан земель порушених територій Житомирської області. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету.* 2016. № 2(1). С. 25–31. URL: http://nbuv.gov.ua/ UJRN/Vzhnau_2016_2%281%29__6 (дата звернення: 23.02.2024).

10. Krasovskyi1 S., Kovrov1 O., Klimkina I. Phytoremediation of coal dumps of the Western Donbass. *Coll.res.pap.nat.min.univ.* 2021. 65. С. 170-178. DOI: https://doi.org/10.33271/crpnmu/65.170

УДК 628.349:544.47:549.73

Лясковська Марія,
асистент кафедри біологічної та медичної хімії,
Івано-Франківський національний медичний університет,
асистент кафедри Технології захисту навколишнього середовища,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Линник Діана Олександрівна
здобувач вищої освіти спеціальності G2
Технології захисту навколишнього середовища
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНИКІВ ШЛЯХОМ КАТАЛІТИЧНОГО РОЗКЛАДУ ГІДРОГЕН ПЕРОКСИДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШПІНЕЛЬНИХ ФЕРИТІВ

Особливе місце серед оксидних наноматеріалів займають шпінельні ферити, відомі завдяки поєднанню магнітних та електричних властивостей із хімічною стабільністю та термічною стійкістю. Ці унікальні матеріали знайшли застосування як перспективні адсорбенти та каталізатори Фентон-подібного типу для очищення забруднених вод.

Реакції, які відбуваються на поверхні шпінельного фериту під час каталітичного окислення гідроген пероксиду, є Фентон-подібними процесами. Основною відмінністю Фентон-подібного процесу для шпінельного фериту є здатність іонів Fe^{2+} заміщуватися на Fe^{3+}, молекули гідроген пероксиду піддаються диспропорціонуванню і в результаті реакції (1.1-1.3) відбувається утворення двох радикалів. Новоутворений радикал $^{\bullet}OH$ здатен реагувати з органічними забрудниками і розкладати їх на нетоксичні молекули [1–6]:

$$H_2O_2 + Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + OH^- + {}^{\bullet}OH, \quad (1.1)$$

$$Fe^{3+} + H_2O_2 \rightarrow Fe^{2+} + H^+ + {}^{\bullet}OOH, \quad (1.2)$$

$$2H_2O_2 \rightarrow {}^{\bullet}OOH + {}^{\bullet}OH + H_2O. \quad (1.3)$$

Каталітична активність шпінельних феритів досліджена шляхом каталітичної деструкції барвника Конго червоного, як модельного органічного забрудника. Дослідження каталітичної деструкції показало видалення барвника більш ніж на 84% протягом 90 хвилин. Конго червоний широко використовується у текстильній промисловості за рахунок чого часто потрапляє в стічні води. Даний барвник має канцерогенний вплив на довкілля, що робить КЧ актуальним модельним об’єктом для досліджень.

Список використаних джерел

1. A. H. Birniwa, U. Ali, S. R. M. Kutty, A. H. Jagaba, A. Noor. 13 - Innovative and eco-friendly technologies for the upgradation of pharmaceutical wastewater treatment processes. *The Treatment of Pharmaceutical Wastewater*. 2023.

P. 367–398. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99160-5.00006-0

2. H. Bhuta. Chapter 4 - Advanced Treatment Technology and Strategy for Water and Wastewater Management. *Industrial Wastewater Treatment, Recycling and Reuse*. 2014. P. 193-213. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-08-099968-5.00004-0

3. Oturan M. A., Aaron J.-J. Advanced Oxidation Processes in Water/Wastewater Treatment: Principles and Applications. *A Review, Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 44 (2014) P. 2577–2641. DOI: https://doi.org/10.1080/10643389.2013.829765.

4. Modulating mesoporous Co3O4 hollow nanospheres with oxygen vacancies for highly efficient peroxymonosulfate activation / J. Hu, X. Zeng, G. Wang et al. *Chem. Eng. J.* 2020. Vol. 400. P. 125869. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.125869.

5. Kharisov B. I., Dias H. V. R., Kharissova O. V. Mini-review: Ferrite nanoparticles in the catalysis. *Arabian Journal of Chemistry*. 2019. Vol. 12. Issue 7. P. 1234-1246. DOI: https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.10.049.

6. Spinel ferrites nanoparticles: Synthesis methods and application in heterogeneous Fenton oxidation of organic pollutants / A. Soufi, H. Hajjaoui, R. Elmoubarki et al. *Applied Surface Science Advances*. 2021. Vol. 6. Article 100145. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsadv.2021.100145.

УДК 547.1

Майданник Дмитро Сергійович
здобувач вищої освіти спеціальності
183-Технології захисту навколишнього середовища
Струмінська Олена Остапівна
асистент, кафедра Технологій захисту
навколишнього середовища та безпеки праці
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ КСАНТАНУ І Na-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ТА ЇХ РОЛЬ У ЗБЕРЕЖЕННІ ДОВКІЛЛЯ

Використання макромолекулярних сполук природного походження, є перспективним у різних галузях завдяки їх цінним екологічно безпечним властивостям. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур залишається одним з першочергових завдань сьогодення. Актуальними також є проблеми зменшення кількості мінеральних добрив, що витрачаються для живлення рослин, та уникнення перенасичення ґрунтів добривами. Досліджено, що біополімерні плівкоутворюючі композиції з мінеральними сполуками у своїй структурі здійснюють позитивний вплив на ріст рослин та сприяють збільшенню урожайності. Розглядається використання ксантану (КСА) та Na-карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ) в якості основи біополімерних композицій для передпосівної обробки насіння. Досліджувані плівкоутворювачі

розкладаються у ґрунті та є джерелом моно- і дисахаридів, які використовуються рослинами для живлення. Модифікація біополімерів є поширеним способом отримання покращених або нових функціональних полімерних матеріалів. Задля можливості введення додаткових функціональних груп у структуру молекул чи перегрупування існуючої структури важливим є попереднє дослідження фізико-хімічних характеристик вихідних біополімерів. У жодному із сухих зразків та приготовлених їхніх розчинів не виявлено бактерій кишкової групи. У зразках Na-КМЦ не виявлено цвілевих грибів, проте виявлено у значній кількості у ксантанових зразках. Їхні композиційні розчини проявляють бактерицидні та частково фунгіцидні властивості, інгібуючи ріст мікроорганізмів, наявних у сухих досліджуваних зразках цих плівкоутворювачів. Волога у обох зразках виділяється при 76-78 °С, про що свідчить ендотермічний ефект в обох випадках. Вона складає до 8-10% від усієї маси зразка. Даних про температуру плавлення цих біополімерів у літературних джерелах немає, очевидно, речовини, минаючи етап плавлення, починають дегідроксилюватися, руйнується й карбоновий скелет. Проте, можливо, плавлення окремих ділянок частково відбувається у межах 260 °С (КСА) та 215 °С (Na-КМЦ), оскільки за цих температур на термограмах наявні дуже малі ендотермічні ефекти. Деструктивні процеси у структурі молекули КСА починаються при 290-293 °С, у молекулі Na-КМЦ – при 273-275 °С. В результаті деструкції та дегідратації ксантанового зразка у межах 293-312 °С втрачається до 11,1 % його маси, у Na-КМЦ при 275-314 °С втрачається 17,1 % маси, яку складають сполуки-продукти термічних перетворень біополімерів (які визначили за мас-спектрами). На цьому етапі перетворень зафіксовано також найбільшу швидкість втрати маси зразка – до 2,2 %/хв при температурі 280 °С для КСА та до 3,75 %/хв для Na-КМЦ.

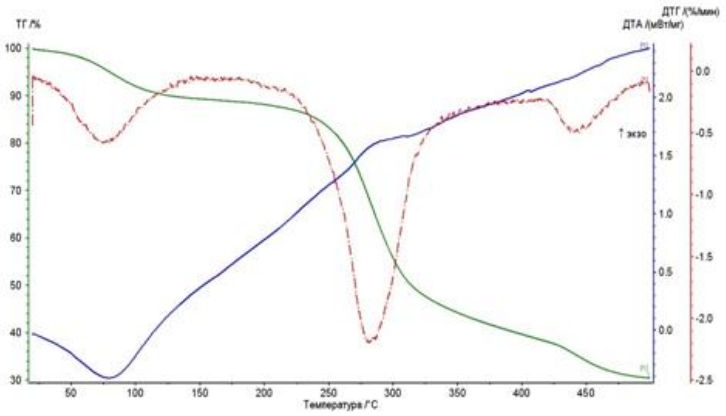


Рисунок 1 – Криві ТГ, ДТГ та ДТА зразка ксантанової смоли

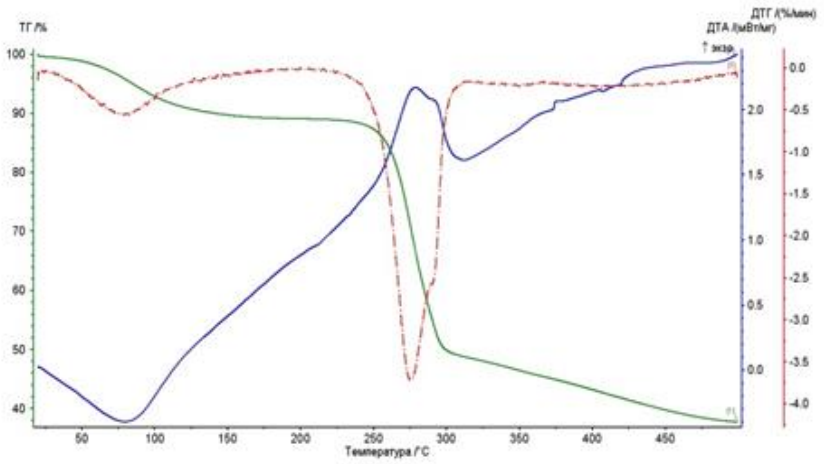


Рисунок 2 – Криві ТГ, ДТГ та ДТА зразка Na-солі карбоксиметилцелюлози

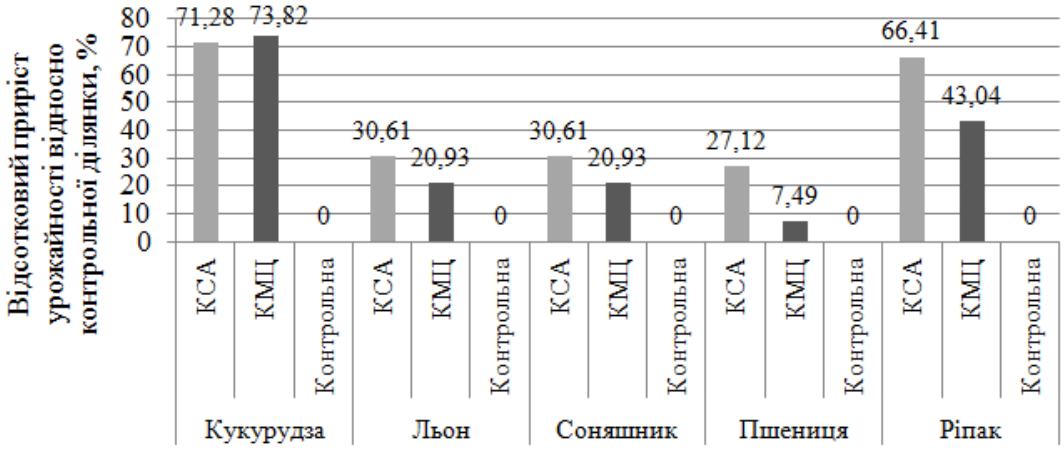


Рисунок 3 – Порівняльні гістограми приросту урожайності с.-г. культур на дослідних ділянках відносно контрольних необроблених проб

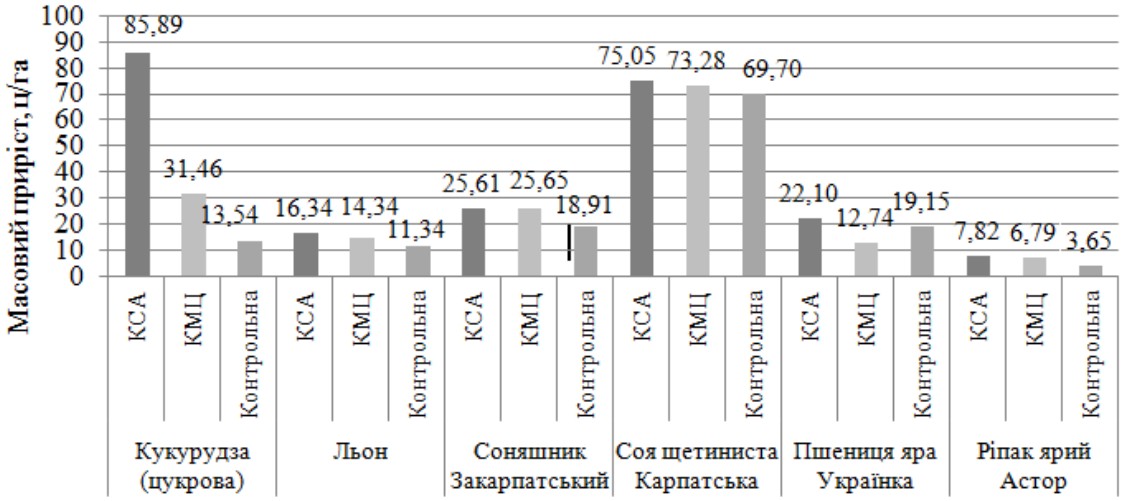


Рисунок 4 – Порівняльні гістограми приросту урожайності с.-г. культур на дослідних ділянках

Використання досліджуваних композицій дозволяє отримати вищий врожай, ніж на контрольних ділянках з необробленого насіння (рис. 3 та 4). Реальні витрати мінеральних добрив в кг на 1га площі посіву при нанесенні їх на поверхню насіння у складі біополімерної плівки були в середньому до 40 раз меншими для пшениці, сої та льону, ніж при внесенні цих добрив в безпосередньо ґрунт.

Список використаних джерел

1. Kasirajan Subrahmaniyan, Ngouajio Mathieu (2012-04). Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development.* Vol. 32, № 2. P. 501-529.
2. Струмінська О. О., Байляк М. М., Курта С. А. Мікробіологічні властивості природних плівко утворювачів. *Восточно-европейский журнал передовых технологий.* 2014. № 2/10(68). С. 34-40.
3. Struminska O., Kurta S., Shevchuk L., Ivanyshyn S. Biopolymers for Seed Presowing Treatment. *Chemistry and Chemical Technology*. 2014. Vol.8. № 1. P. 81-88.

УДК 504.064.4:628.21:711

Макух Микола Миколайович
здобувач вищої освіти
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
Добровольська Оксана Григорівна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Фостащенко Олена Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Запорізький національний університет

ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АТМОСФЕРНИХ ВОД З ТЕРИТОРІЇ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ

Актуальність. Підтоплення міських територій атмосферними водами є однією з ключових проблем сучасного урбанізованого середовища. Інтенсивні опади, зменшення площ природного дренування, ущільнення забудови та недостатня ефективність наявних зливових мереж призводять до локальних затоплень вулиць, руйнування дорожнього покриття, підтоплення підземних комунікацій і зниження експлуатаційної надійності інженерної інфраструктури. Унаслідок цього погіршується техногенно-екологічна безпека міських територій і зростає ризик забруднення поверхневих та підземних вод.

Аналіз останніх досліджень показує, що у світі та Україні поширюються концепції «міста-губки» та «зеленої інфраструктури» для транспортування зливових вод. Зокрема, науковці [1] описали застосування дощових садів-смуг уздовж доріг як швидкий спосіб відведення дощових вод у концепції «місто-губка»: під час сильних злив такі елементи ефективно затримують воду

та навіть виконують аварійні захисні функції: наприклад, знижують енергію удару транспортного засобу під час зіткнення з огородженням. Автори відзначають, що існують три основні підходи: зелені дахи, накопичувальні резервуари та природні поглинальні системи: проникні поверхні, дощові сади. Ці ідеї узгоджуються з іншими сучасними дослідженнями, в яких підтверджено, що малі зелені насадження в урбанізованому середовищі суттєво знижують швидкість стоку та очищують воду від домішок. Фахівці [2] розглядають зелені дахи як децентралізований елемент управління дощовою водою. Вони підкреслюють, що екстенсивні зелені дахи затримують в середньому 50–70% опадів на рік**,** а при інтенсивних системах утримання – навіть значно більше. Автор [3] окреслює концепцію «зелених вулиць» і «зелених алей», що інтегрують багато компонентів: дощові сади, проникні тротуари, дерев'яні насадження, біопокриття паркінгів. Така комплексна схема дозволяє затримувати, накопичувати й фільтрувати стоки на місці. Подібна комбінація елементів зеленої інфраструктури в проєкті вулиці, тобто поєднане використання дощових садів, проникних поверхонь та накопичувачів дозволяє безпечно транспортувати атмосферні води. Але впровадження природо-орієнтованих рішень для надійного та екологічно безпечного транспортування зливових вод на території України залишається недостатнім.

Тому метою дослідження є розробка та оцінка екологічно орієнтованих технологій збору, очищення й транспортування атмосферних вод з міських вулиць з використанням концепцій зеленої інфраструктури на прикладі м. Запоріжжя.

В м. Запоріжжя за даними [4] підтоплені 22 ділянки загальною площею 1200 га, що є результатом наступних факторів: засміченості тальвегів балок, будівництва автомагістралей, відсутності водопропускних споруд та зливової каналізації на території приватної забудови, витоки з водопровідних мереж. Тому інвентаризація та реконструкція існуючих водоприймальних споруд таких, як колектори, дамби, є важливими заходами для регулювання відведення атмосферних вод з міської території. Багато з них є застарілими чи ушкодженими: наприклад, на вулиці Котляревського в Запоріжжі виявлено обвалення кладки, розмив ґрунту та руйнування захисного шару водопропускної труби. Через аварійний стан цієї споруди розпочато капітальний ремонт дамби й водопропуску на цій ділянці. Без реконструкції таких критичних елементів міської інфраструктури жодні нові заходи не будуть ефективними. Впровадження елементів «зеленої» інфраструктури – трав'яних фільтраційні смуг, інфільтраційних траншей створює необхідні умови для уповільнення потоку води та затримання нерозчинених домішок. Спорудження навіть невеликих озеленених майданчиків для накопичення та інфільтрації дощової води дає змогу затримувати нафтопродукти та йони металів в шарах ґрунтової мульчі. Інтеграція елементів зеленої інфраструктури в систему міського водовідведення є ключовим заходом екологічної модернізації комунальних мереж. У Запоріжжі це дозволить розвантажити центральні колектори та зменшити ризик перевищення пропускної спроможності дощової мережі. Крім того, застосування водопроникних матеріалів таких, як

проникаюча бруківка, модульні рейкові системи, при оновленні тротуарів, майданчиків паркування, доріг забезпечує природну фільтрацію частини дощової води в ґрунт та підземні водоносні горизонти, зменшуючи прямі потоки атмосферних вод. Кліматичні особивості Запоріжжя – це помірна кількість осадів пртягом року та періодичні сильні зливи. В таких кліматичних умовах ефективними заходами є реконструкції житлових кварталів та паркових зон з влаштуванням ліній дерев з канавками дощових садів біля коренів, об'єднання пішохідної зони з біодренажними покриттями, облаштування малих ставків-інфільтрацій.

Висновки та рекомендації. Таким чином, впровадження дощових садів, зелених дахів, фільтраційних лотків та інших природоорієнтованих заходів дозволяє знизити ризик підтоплень, накопичувати й очищувати воду безпосередньо на місці, повертаючи її в мережу або безпечно інфільтруючи в ґрунт, а надлишок стоку відводити в мережу водовідведення. Завдяки цьому зменшується навантаження на міські мережі транспортування води, знижується ймовірність затоплень і підвищується якість поверхневих вод. Отже, «зелена» модернізація водовідведення робить місто більш стійким до екстремальних опадів та екологічно безпечнішим. Системний перехід на «місто-губку» вимагає комплексного підходу: поєднання інженерних рішень із «зеленими» стратегіями, підтримки з боку влади та залучення громади. Запровадження таких екологічних заходів у Запоріжжі сприятиме зменшенню навантаження на міські каналізаційні очисні споруди, покращенню якості поверхневих вод та адаптації міської інфраструктури до інтенсивних дощів.

Список використаних джерел

1.Глущенко Р. О., Ткаченко Т. М., Мілейковський В. О. Ефективне відведення дощової води з доріг дощовими садами-смугами у концепції «місто-губка». *Екологічна безпека та природокористування*. 2021. № 4(40). С. 46–59. URL: https://repositary.knuba.edu.ua/items/9750fcf4-55b2-4a4d-bc53-35da434c4619.

2. Рибак О., Пацева І. Зелені дахи як елемент децентралізованого управління дощовою водою. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2023. № 2. С. 40–46. URL: https://surl.li/dqvssy.

3. Глущенко Р. О. Удосконалення системи дощової каналізації за допомогою «зелених» конструкцій: дис. … д-ра філос. наук: 101 – Екологія. Київ, КНУБА, 2023. 261 с. URL: https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/dysertacziya-glushhenko-r-o.pdf.

4. План дій з адаптації до наслідків зміни клімату міста Запоріжжя: проєкт. URL: https://surl.li/zjzlwb.

УДК 628.4:669.017

Островець Інна Ігорівна
здобувач вищої освіти спеціальності 101 Екологія
Коломієць Сергій Валерійович
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національний транспортний університет

ПОТЕНЦІАЛ ВПРОВАДЖЕННЯ КРУГОВОЇ ЕКОНОМІКИ У СФЕРІ ПЕРЕРОБКИ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВИХ ВІДХОДІВ

Актуальність. Стрімке зростання обсягів електронних відходів та кабельно-провідникової продукції, що вийшла з експлуатації, становить значну екологічну загрозу через вміст токсичних речовин та втрату цінних ресурсів. За даними Global E-waste Monitor, щорічно у світі утворюється понад 50 млн тонн електронних відходів, значну частину яких становлять кабельно-провідникові матеріали. Впровадження принципів кругової економіки у цій сфері дозволяє не лише мінімізувати техногенний вплив, а й забезпечити раціональне використання вторинних ресурсів, зокрема кольорових металів та полімерів.

Аналіз останніх досліджень. Проблематика утилізації кабельно-провідникових відходів досліджувалась у роботах вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, Шмандій В.М. та Мальований М.С. розглядають технологічні аспекти переробки техногенних відходів. Міжнародна практика (директива ЄС 2018/851 про відходи) наголошує на необхідності переходу від лінійної до циркулярної моделі поводження з ресурсами.

Мета дослідження – оцінити потенціал впровадження принципів кругової економіки у сфері переробки кабельно-провідникових відходів та розробити рекомендації щодо оптимізації системи поводження з цим видом відходів в Україні.

Основний текст. Кабельно-провідникові відходи являють собою складну багатокомпонентну систему, що включає металеві провідники (міді до 60-70%, алюмінію до 30-40%), полімерні ізоляційні оболонки (ПВХ, поліетилен, гума), броньовані елементи та інші матеріали. Загальний обсяг утворення таких відходів в Україні оцінюється на рівні 45-50 тис. тонн щорічно, з яких лише 35-40% проходять організовану переробку. Решта потрапляє на полігони або переробляється нелегально з порушенням екологічних норм, що призводить до емісії діоксинів, фуранів та важких металів у довкілля.

Впровадження кругової економіки передбачає декілька стратегічних напрямів, що формують замкнений цикл матеріалопотоків:

1. Розширена відповідальність виробника (РВВ). Система передбачає створення мережі пунктів збору відпрацьованої кабельної продукції безпосередньо виробниками або через авторизовані оператори. Успішний досвід Німеччини показує, що *РВВ*-схеми дозволяють досягти рівня збору до 85% відходів електричного та електронного обладнання. В Україні така система перебуває на стадії формування відповідно до Закону «Про управління

відходами» та вимог Угоди про асоціацію з ЄС. Впровадження електронних реєстрів виробників та імпортерів, автоматизований облік обсягів продукції та зібраних відходів через цифрові платформи забезпечить прозорість та контрольованість усього ланцюга.

2. Технологічна модернізація процесів переробки. Сучасні технології передбачають багатоступеневу переробку з максимальним вилученням компонентів. На першому етапі здійснюється механічне подрібнення та гранулювання кабельних відходів з використанням кріогенних методів (охолодження рідким азотом до -196°С), що дозволяє досягти повного розділення металу та ізоляції без застосування хімічних реагентів. Далі застосовуються методи повітряної та гравітаційної сепарації, електростатичного розділення, що забезпечують вилучення до 98% металевих компонентів.

Для переробки полімерних фракцій використовуються піролізні установки з температурою 450-550°С у безкисневому середовищі, що дозволяє отримати піролізну рідину (аналог дизельного палива), пірогаз та технічний вуглець. Гідрометалургійні процеси (вилуговування розчинами кислот з подальшим електролізом) забезпечують додаткове очищення металів до товарного стану з чистотою 99,5-99,9%. Комбінування цих технологій створює безвідходний цикл, де навіть залишкові фракції знаходять застосування як енергоносії або вторинна сировина для будівельної галузі.

3. Формування локальних індустріальних екосистем. Створення регіональних кластерів переробки на базі промислових зон дозволяє мінімізувати логістичні витрати та екологічний слід транспортування. В Україні перспективними є індустріальні агломерації Київської, Дніпропетровської, Львівської та Харківської областей, де зосереджені як виробники кабельної продукції, так і підприємства-споживачі вторинних металів. Інтеграція переробних потужностей з металургійними комбінатами, кабельними заводами та виробниками полімерів створює синергетичний ефект: вторинна мідь може безпосередньо надходити на виробництво нової кабельної продукції, знижуючи собівартість на 20-30%.

4. Цифрова трансформація та трейсабіліті. Впровадження технологій розподілених реєстрів (блокчейн) дозволяє відстежувати повний життєвий цикл кабельної продукції: від виробництва через експлуатацію до утилізації. Кожна партія кабелів отримує унікальний цифровий паспорт з інформацією про склад матеріалів, що значно спрощує процес сортування та переробки. Системи RFID-маркування промислових кабельних ліній дозволяють прогнозувати терміни виведення з експлуатації та планувати логістику збору. Цифрові платформи типу Material Marketplace створюють ринки вторинної сировини, де переробники можуть безпосередньо контактувати зі споживачами рекуперованих матеріалів.

5. Економічна ефективність циркулярної моделі. Детальний економічний аналіз показує високу рентабельність переробки. Одна тонна кабельних відходів з вмістом міді 65% дозволяє отримати близько 650 кг міді товарної якості вартістю 450-500 тис. грн (за поточними цінами на біржі металів), 250 кг

полімерного регранулята вартістю 15-20 тис. грн та супутні продукти. При собівартості переробки 180-200 тис. грн/т чистий прибуток становить 270-320 тис. грн з тонни, що забезпечує швидку окупність інвестицій (2-3 роки для середнього підприємства потужністю 3-5 тис. тонн/рік).

Екологічні переваги не менш вагомі: переробка вторинної міді вимагає лише 15% енергії порівняно з видобутком та збагаченням рудної сировини, що еквівалентно економії 85% енергоресурсів та скороченню викидів CO_2 на 65%. Кожна тонна переробленої міді запобігає утворенню 3,5-4 тонн гірничих відходів та економить до 500 м³ води. Масштабування циркулярної моделі на національному рівні може забезпечити зниження імпортозалежності України від первинної міді на 20-25%, що критично важливо в умовах геополітичної нестабільності.

Висновки і рекомендації. Впровадження кругової економіки у сфері переробки кабельно-провідникових відходів має значний екологічний та економічний потенціал для України. Рекомендується: 1) гармонізувати національне законодавство з європейськими стандартами поводження з електронними відходами; 2) створити систему стимулювання підприємств-переробників через податкові пільги; 3) розвивати інфраструктуру роздільного збору; 4) впроваджувати екодизайн кабельної продукції для спрощення її переробки. Такий комплексний підхід забезпечить перехід до сталої моделі ресурсокористування та зниження техногенно-екологічних ризиків.

Список використаних джерел

1. Про управління відходами : Закон України від 16.01.2024 № 3564-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua.
2. Шмандій В. М., Шмандій О. В. Екологічна безпека промислових регіонів України. Кременчуг : КрНУ, 2020. 256 с.
3. Directive (EU) 2018/851 on waste and repealing certain Directives. *Official Journal of the European Union*. 2018.
4. Global E-waste Monitor 2020. United Nations University, 2020. 120 p.
5. Мальований М. С., Петрук Р. В. Сучасні технології поводження з відходами : навч. посіб. Львів : НУ "Львівська політехніка", 2019. 358 с.
6. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року : схвалено розпорядженням КМУ від 08.11.2017 № 820-р.
7. Ghosh B., Ghosh M.K., Parhi P. et al. Waste Printed Circuit Boards recycling: an extensive assessment of current status. *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 94. P. 5-19.
8. Cucchiella F., D'Adamo I., Rosa P. End-of-Life of used photovoltaic modules: A financial analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015. Vol. 47. P. 552-561.
9. Барабаш О. В., Климась Р. В. Екологічна безпека на транспорті : монографія. Київ : НТУ, 2021. 412 с.
10. European Commission. Circular Economy Action Plan. Brussels, 2020. 28 p.

УДК 628.3

Панасенко Олександр Олександрович,
Галич Арсен Віталійович
здобувачі вищої освіти
Кожемякін Геннадій Борисович
к.т.н., доцент кафедри металургійних технологій,
екології та техногенної безпеки
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні,
Запорізький національний університет

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СТІЧНИХ ВОД. ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОНВЕРТЕРНОГО ВИРОБНИЦТВА

У сталеплавильному виробництві стічні води утворюються під час очищення газів мартенівських печей, конвертерів, електропечей, охолодження та гідроочищення виливниць, установок безперервного розливання сталі та промивання котлів-утилізаторів.

Виробництво стали в конверторах розвивається по двох напрямах: будівництво цехів з великою місткістю агрегатів і підвищення продуктивності діючих цехів за рахунок інтенсифікації кисневого дуття. удосконалення технології виробництва конверторної сталі У вказаних напрямах зумовило необхідність розробки способів відведення газів без допалювання і з частковим допалюванням окислу вуглецю. Зважаючи на те що кількість конвертерних газів у системах без допалювання у декілька разів менше продуктів їх згоряння, системи газоочищення виходять меншими за розміром, а їх вартість і експлуатаційні витрати нижчі, ніж при відведенні і очищенні газу з допалюванням оксиду вуглецю. Відведення конвертерного газу без допалювання оксиду вуглецю здійснюють в основному за схемою з котлом-утилізатором, а очищення газів від пилу по умові вибухобезпечності виробляють в апаратах мокрого типу.

Кількість стічних вод від газоочисток одного 100-130 т конвертора складає 200-300 м^3/год, а 250-300 т конвертора - 2000 м^3/год. Конверторний цех складається з 2-3 агрегатів. Тому кількість стічних вод від газоочисток сучасного конвертерного цеху досягає 4000-6000 м^3/год.

На тих заводах, де величина продування систем оборотного водопостачання порівняно невелика, загальний солевміст оборотної води досягає 5 г/л. Хімічний склад води на ряді заводів свідчить про необхідність ведення стабілізаційної обробки з метою запобігання щільних сольових (переважно карбонатних) відкладень.

Накопичення солей (в першу чергу, хлоридів і сульфатів) в оборотній воді вище певної межі є причиною корозії металу трубопроводів і устаткування, у тому числі насосів, апаратів газоочисток та ін. Це призводить до того, що в проектах необхідно передбачати продування систем оборотного водопостачання для підтримки сольового складу на певному рівні.

Таблиця 1 – Водно-хімічний режим систем оборотного водопостачання газоочисток конверторних цехів

Показники	Од. виміру	Значення
Величина продування	%	2 - 6
pH	од.	7 - 10
Лужність	мг-екв/л	1,6 – 5,8
Жорсткість	мг-екв/л	4,6 – 14,5
Іони кальцію	мг-екв/л	3,4 – 20,0
Іони магнію	мг-екв/л	0,6 – 7,0
Хлориди	мг/л	30 - 1210
Сульфати	мг /л	40 - 1950
Сухий залишок	мг/л	460 - 4940

Концентрація зважених речовин у стічній воді за період плавки сталі в конвертері не постійна: на початку плавки вона швидко (за 1,5-2 хв) досягає максимуму - 5000 мг/л і більше, а потім поступово протягом 14 - 16 хв падає до концентрації 150-300 мг/л. Гранулометричний склад осаду зі стічних вод конвертерного газоочищення коливається в межах, зазначених у табл. 2.

Таблиця 2 – Гранулометричний склад осаду зі стічних вод газоочищення конверторних цехів

Фракція осаду, мм	Вміст, %
до 0,01	10-20
0,01-0,1	35-50
0,1-0,25	8-15
0,25-0,5	8-15
0,5-2	2-5
Більш 2	8-25

Найдієвішим методом скорочення кількості стічних вод є впровадження оборотних та замкнених систем водопостачання, у яких вода проходить очищення, охолодження, обробку і знову повертається в технологічний процес без скидання в навколишнє середовище. Організація замкнених систем технічного водопостачання з можливістю вилучення цінних речовин є пріоритетним завданням при будівництві нових виробництв або модернізації існуючих.

Список використаних джерел

1. Айрапетян Т. С. Водне господарство промислових підприємств : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2010. 280 с.

2. Екологічні аспекти металургійних технологій : навч. посіб. Ч. 1 / Л. П. Грес та ін. Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2022. 106 с.

УДК 574.2:574.3

Петров Сергій Миколайович
магістр спеціальності «Екологія»
кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Рильський Олександр
д.б.н., професор, завідувач кафедри
загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ФЛОРИСТИЧНИЙ СКЛАД ТА СТРУКТУРА СТЕПОВОЇ РОСЛИННОСТІ БІЛЯ РІЧКИ ВІЛЬНЯНКА

Актуальність дослідження полягає у необхідності вивчення сучасного стану степової рослинності долини річки Вільнянка, що відноситься до одних із недостатньо вивчених природних об'єктів Запорізької області. Аналіз флористичного складу та структури степових угруповань даної території дозволить визначати рівень збереженості природних компонентів екосистеми. Крім того, виявити рідкісні види рослин та визначити екологічні чинники які впливають на їх поширення.

Метою роботи є дослідження флористичного складу та структури степової рослинності біля річки Вільнянка, визначення видового різноманіття, екологічних груп та просторової організації фітоценозів.

Залишки степових ділянок збереглися завдяки їх включенню у природно-заповідний фонд, де відбувається охорона різних типів степової рослинності. Завдяки цьому відбувається підтримка флористичних комплексів та біорізноманіття, а також збереження природних екологічних функцій. Для відновлення степових фітоценозів та підвищення їх продуктивності необхідне раціональне випасання та контрольоване використання територій. Вивчення флористичного складу степів має важливе історичне підґрунтя. Як зазначає Коплик Я. В., дослідження степових фітоценозів України проходили кілька етапів і тісно пов'язані з розвитком геоботаніки та природоохоронної науки [1].

На території України степова рослинність охороняється в сучасній системі природно-заповідного фонду. Він охоплює три ботаніко-географічні регіони – степову, лісостепову зони та Гірський Крим. Найбільш типові степові угруповання зберігаються у Луганському та Українському степових природних заповідниках, де зафіксовані як загальнозональні, так і рідкісні, а також ендемічні угруповання. У степовій зоні природно-заповідних територій рівномірно поширені всі основні типи степів: лучні, справжні, чебрецеві, чагарникові та пустельні. У лісостеповій зоні та на Лівобережжі степові фітоценози охороняються фрагментарно, що підкреслює необхідність подальшого розширення мережі природно-заповідних територій для збереження флористичного різноманіття та типологічного різноманіття степових екосистем України [3].

У свою чергу, Кузьмішина І. І. підкреслює, що флора України є дуже різноманітною, а степова зона – одним із найважливіших регіонів для вивчення

процесів еволюції та адаптації рослин. Степова рослинність є самобутнім типом рослинності, який характеризується сукупністю флористичних, еколого-ценотичних та інших особливостей. Висока мікротермність та ксероморфність багатьох степових видів зумовлена південним географічним положенням та підвищеною континентальністю клімату. Завдяки цьому степові рослини адаптовані до мінливих і посушливих умов місцезростання. Крім того, степи розвиваються на багатих чорноземних і каштанових ґрунтах, що визначає їх високу флористичну і ценотичну різноманітність [2].

Важливий внесок у освітлення питань структури та динаміки рослинності зробила Якубенко Б. Є., яка обґрунтувала екологічні підходи до оптимізації природних кормових угідь Лісостепу та Степу України. Вона виокремила типи природних кормових угідь, визначала їхню продуктивність та стан біорізноманіття, запропонувала застосування травосумішей і сінокосно-пасовищних систем, а також комплекс заходів з ренатуралізації порушених екосистем [4].

В результаті флористичних стостережень на степовій ділянці поблизу річки Вільнянка було виявлено наявність та локалізовано значні популяції рідкісних видів рослин, зокрема астрагалу шерстистоквіткового (*Astragalus dasyanthus*), який є типовим представником європейських степів та ковили (*Stipa sp.),* відзначеної на ділянці як рідкісний, червонокнижний таксон. Це підкреслює значення даної території для охорони біорізноманіття та збереження унікальних флористичних комплексів.

Дослідження засвідчує важливість вивчення й охорони степових екосистем для збереження їх структурної цілісності та біорізноманіття. Аналіз флористичного складу та структури угруповань надає можливість оцінити сучасний стан природних компонентів території та може слугувати надійним підґрунтям для розробки науково обґрунтованих заходів з довгострокового моніторингу, ефективної охорони та оптимального використання степових територій. Отримані результати можуть виступати основою для подальших наукових досліджень та розробки заходів з охорони і раціонального використання степових територій.

Список використаних джерел

1. Коплик Я. В. Степові фітоценози України: особливості й історія вивчення. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology.* 2023. Т. 49. № 3. С. 40–48.

2. Кузьмішина І. І. Флора і рослинність України : курс лекцій. Луцьк : Друк ПП Іванюк В. П., 2016. 152 с.

3. Устименко П. М. Фітоценотична репрезентативність природно-заповідних територій України. *Український ботанічний журнал*. 2004. Т. 61. № 3. С. 72–79.

4. Якубенко Б. Є. Природні кормові угіддя Лісостепу України: флора, рослинність, динаміка, оптимізація : автореф. дис.. … д-ра біолог. наук. Київ, 2007.

УДК 504.054; 574.24

Постоєнко Ілля Олексійович
магістр спеціальності «Екологія»,
Горбань Валерій Віталійович
к.б.н., доцент кафедри
загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ НА ДІЛЯНКАХ ВТОРИННОЇ СУКЦЕСІЇ У МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Інтенсивний розвиток міських територій призводить до фрагментації природних оселищ, зростання рівня забруднення та, як наслідок, до деградації біорізноманіття [2, 4]. Водночас, міські ландшафти містять значні площі антропогенно змінених територій, які після припинення промислової діяльності піддаються вторинній сукцесії [5]. Ці ділянки можуть стати важливими резерватами для видового багатства, особливо для безхребетних, створюючи унікальні мозаїчні біотопи [5].

Екологічне відновлення міських екосистем та їхня реабілітація вимагають чітких, науково обґрунтованих критеріїв успішності [6]. Безхребетні є ідеальною групою для біоіндикації, оскільки вони швидко реагують на зміни якості ґрунту, рослинного покриву та мікроклімату, відіграючи ключову роль у підтримці екосистемних функцій, таких як ґрунтоутворення та запилення [6]. Комплексний аналіз динаміки їхніх угруповань дозволить оцінити стійкість та функціональність відновлюваних територій, що є актуальним завданням сучасної урбоекології [1].

Мета дослідження: Встановити закономірності формування та відновлення видового різноманіття угруповань безхребетних на ділянках вторинної сукцесії різних типів у міських екосистемах та оцінити вплив ключових екологічних факторів на цей процес.

Матеріали та Методи

Дослідження проводитиметься на території м. Дуйсбург, Німеччина, де буде обрано три типи дослідних ділянок, що представляють різні стадії та генезис антропогенного порушення:

1. Рудеральна ділянка (пізні стадії сукцесії, некероване відновлення).

2. Рекультивована ділянка (наприклад, колишній полігон або промислова зона, активне відновлення).

3. Контрольна ділянка (найменш порушена природна або напівприродна територія).

Збір безхребетних проводитиметься протягом вегетаційного сезону з використанням стандартних методик:

Ґрунтові пастки (Барбера): для обліку наземних комах та павуків (наприклад, Carabidae, Aranei) – основних хижаків та детритофагів.

Косіння ентомологічним сачком: для обліку фітофільних безхребетних (наприклад, Lepidoptera, Hymenoptera, Heteroptera) – запилювачів та фітофагів.

Воронки Туллгрена-Берлезе: для вилучення мікроартроподів (кліщі, ногохвістки) з ґрунтових зразків для оцінки якості ґрунту.

Паралельно будуть відібрані зразки ґрунту для визначення фізико-хімічних параметрів (pH, вміст органічної речовини, потенційне забруднення важкими металами), а також проведено геоботанічний опис ділянок.

Обробка даних включатиме розрахунок індексів біорізноманіття (індекс Шеннона, видове багатство), оцінку трофічної та функціональної структури угруповань. Для виявлення взаємозв'язків між біологічними та екологічними параметрами буде застосовано кореляційний та багатомірний статистичний аналіз.

Очікувані Результати та Висновки

Очікується, що найбільше видове багатство, але нижча стабільність угруповань, буде зафіксовано на рудеральних ділянках, де сукцесія відбувається спонтанно. На рекультивованих ділянках прогнозується менше видове багатство на початкових стадіях, але швидше формування стійкої трофічної структури, яка корелюватиме з покращенням хімічного складу ґрунтів.

У попередньому дослідженні було доведено, що ревіталізація може призвести до збільшення різноманітності видів у міському середовищі, як це продемонстровано на прикладі ландшафтного парку Дуйсбург-Норд [3]. Дослідження видового різноманіття у парку, зокрема виявлення рідкісних видів безхребетних, підтверджує позитивний вплив ревіталізації на відновлення міської екосистеми. Створення громадських просторів, таких як парки, не лише покращує екологічну ситуацію, але й сприяє відпочинку та рекреації мешканців міста.

Результати дослідження дозволять:

1. Виявити види безхребетних, які є ефективними індикаторами стадії відновлення та рівня забруднення міських територій.

2. Обґрунтувати, які ландшафтні чинники (наприклад, мозаїчність, наявність відкритого ґрунту, якість рослинного покриву) є критичними для підтримки високого біорізноманіття безхребетних у міському середовищі.

3. Сформулювати практичні рекомендації щодо управління та ландшафтного дизайну міських «зелених» територій з метою підвищення їхньої екологічної цінності та стійкості.

Список використаних джерел

1. Жагріна Т., Зінов’єва О. Вплив природоохоронних наукових центрів на відновлення екосистем міста та лісу. *Науковий вісник* : зб. наук. пр. Київ, 2024.

2. Левіна С. Е. Проблема збереження біорізноманіття в міських екосистемах. *Сучасна екологія* : монографія. Львів, 2023.

3. Постоєнко І., Горбань В. Ревіталізація промислових територій як фактор відновлення біорізноманіття міського середовища. *Актуальні проблеми*

та перспективи розвитку природничих, медичних та фармацевтичних наук : зб. тез XI регіон., I всеукр. науково-практ. конф., м. Запоріжжя, 26 квіт. 2025 р. Запоріжжя, 2025. С. 105–106.

4. Радомська М. М., Колотило О. А., Горобцов І. В. Проблеми збереження біорізноманіття в умовах кризової екологічної ситуації міських екосистем. *Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи*. Київ, 2018. С. 264.

5. Ярис О. О. Роль зелених зон в урбаністичних ландшафтах для збереження біорізноманіття тварин. *Екологічні проблеми сьогодення* : тези доп. Київ, 2024. С. 56-59.

6. Klaus V. H., Kiehl K. A conceptual framework for urban ecological restoration and rehabilitation. *Basic and Applied Ecology*. 2021. Vol. 52. P. 82–94.

УДК 504.06

Прочухан Олександр Вадимович,
Кравченко Євгеній Вікторович,
здобувачі вищої освіти спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища
Байша Максим Сергійович
здобувач вищої освіти спеціальності
263 Цивільна безпека
Бєлоконь Каріна Володимирівна
к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Запорізький національний університет

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ КОНВЕРТЕРНИХ ГАЗІВ

До основних сучасних видів сталеплавильних технологій відносять: киснево-конвертерне виробництво. Киснево-конвертерний процес має низку суттєвих переваг перед електросталеплавильним і мартенівським способами виробництва сталі, що робить його провідним у сучасній металургії.

Викиди CO_2 у киснево-конвертерному процесі менші, ніж у мартенівському. Хоча електросталеплавильний спосіб вважається найбільш екологічним, киснево-конвертерний метод є більш вигідним з точки зору економічності при прийнятних екологічних показниках.

Плавка в кисневому конвертері включає наступні періоди: завантаження брухту, заливка чавуну, продувка киснем, вимір температури, випуск металу в ківш, злив шлаку. Після закінчення випуску ківш транспортують на установку позапічної обробки сталі. Джерела виділення пилу та газів у киснево-конвертерному цеху включають: зони переливання чавуну; конвертерний блок; тракти подачі сипких матеріалів та феросплавів; установки для позапічної обробки сталі; ділянки ремонту сталерозливних і проміжних ковшів.

Основними забруднювачами, які потрапляють у виробничі приміщення та атмосферу, є пил, сірчистий ангідрид, оксиди азоту й вуглецю.

Під час продувки розплавленого металу киснем у конвертері утворюється конвертерний газ. У складі газу присутня значна кількість пилових частинок, зокрема залізистий пил, оксиди заліза, залишки руди, вапна та інших домішок, що надходять у плавку разом із завантажуваними матеріалами.

Для видалення пилу з конвертерного газу використовуються різні типи обладнання, зокрема скрубери Вентурі, електрофільтри та тканинні фільтри. Усі великі конвертерні печі обладнані котлами-утилізаторами та випарними скруберами з порожнистою конструкцією. У цих установках здійснюється виробництво пари та зниження температури газів до 200 °С. Для очищення газів киснево-конвертерного виробництва існують два основних підходи [1]:

- мокре очищення, яке реалізується за допомогою скруберів Вентурі та мокрих електрофільтрів;
- сухе очищення, що передбачає використання рукавних (тканинних) фільтрів і електрофільтрів (сухих).

Розріз запропонованої системи очищення конвертерного газу наведено на рис. 1.

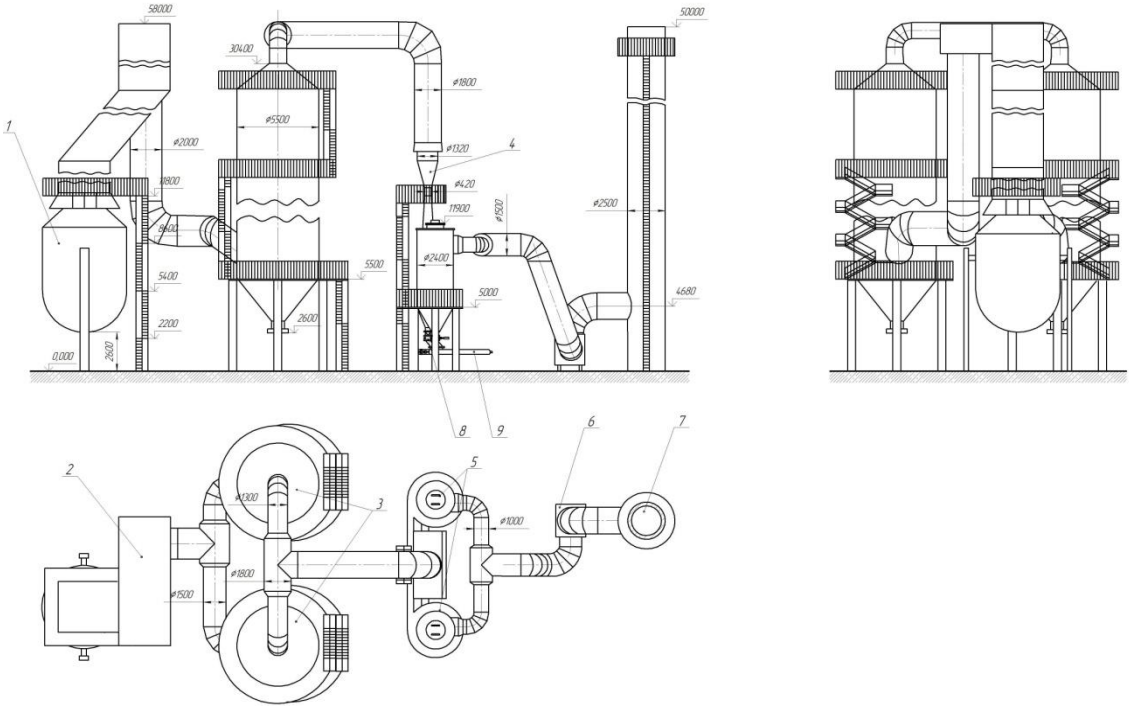


Рисунок 1 – Розріз системи газоочищення від кисневого конвертеру:
1 – кисневий конвертер; 2 – котел-утилізатор ОКГ-400; 3 – випарний скрубер АКРП; 4 – труба Вентурі ГВПВ-0,140-01; 5 – цикклон-краплевловлювач КЦТ-2400; 6 – димотяг ВМ-20А; 7 – механізм видалення пилу; 8 – шнековий конвейер

Гази з конвертера надходять до котла-утилізатора, де охолоджуються до 600°С. З котла-утилізатора гази надходять у випарний скрубер для початкового очищення та охолодження до 250°С. Очищення газу відбувається за допомогою скрубера Вентурі. Після скрубера Вентурі гази спрямовуються у циклон-краплевловлювач, де відбувається остаточне відокремлення шламу та осушення

газового потоку від крапельної вологи. Далі гази через димову трубу викидаються в атмосферу.

За результатами розрахунків обираємо котел-утилізатор марки ОКГ – 400, 2 скрубери марки АКРП, 2 циклони КЦТ-2400, димотяг ВМ-20А, дві труби Вентурі марки ГВПВ-0,140-01. Ступінь очищення газів від пилу становить 99,97 %. Загальний опір газовідвідного тракту за результатами розрахунків склав – 7153 кПа.

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

УДК 504.064.36:628.16:556.5(477)

Резунєнко Анастасія
здобувач вищої освіти
Добровольська Оксана Григорівна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Фостащенко Олена Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Запорізький національний університет

КОМПЛЕКС ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК

Актуальність. В умовах змін клімату, збільшення антропогенного навантаження на водні ресурси й посилення екологічних ризиків тема охорони річок і забезпечення їх сталого режиму набуває особливого значення для нашої країни. Забезпечення водного балансу, уникнення деградації річкових екосистем, запобігання забрудненню й засміченню – це не лише екологічне, але й соціально-економічне завдання, яке впливає на здоров’я населення, розвиток сільських і міських територій, якість життя.

Аналіз досліджень. За інформацією Державного агентства водних ресурсів України [1], на території України протікає приблизно 63 тисячі річок і струмків із загальною довжиною понад 206 тисяч кілометрів. Переважну частину з них, близько 93%, становлять дуже малі водотоки довжиною менше 10 км, тоді як річок довжиною понад 10 км нараховується близько 3,2 тисячі, а тих, що перевищують 100 км, – лише 115.

Річки відіграють ключову роль у функціонуванні екосистем, вони забезпечують водою рослинний і тваринний світ, а також потреби людини. Вони є важливими природними артеріями, що підтримують життєдіяльність прилеглих територій [2].

Щоденні обстріли призводять до масштабного руйнування інфраструктури міст і населених пунктів. На теперішній час експерти можуть

оцінити лише орієнтовні обсяги матеріальних збитків, спричинених цими руйнуваннями. Комплексний аналіз усіх аспектів даної проблеми є надзвичайно важливим для формування ефективних умов відбудови територій та забезпечення подальшого сталого розвитку держави [3 – 5].

Метою проведеного дослідження є формування комплексу природоохоронних заходів для забезпечення сталого водного режиму річок.

Основний текст. Головним екологічним завданням для басейнів річок є забезпечення або підтримання належного стану поверхневих та підземних вод, а також збереження екологічного потенціалу для штучно створених або змінених антропогенним впливом водойм. У пояснювальних документах до закону [6] підкреслюється необхідність впровадження інтегрованого управління водними ресурсами відповідно до європейських стандартів, зокрема Директиви 2000/60/ЄС [7]. Метою цієї Директиви є встановлення принципів щодо охорони внутрішніх поверхневих вод, транзитних вод, прибережних та підземних вод [7]. Вона визначає цілі щодо досягнення "доброго стану" поверхневих і підземних вод, спрямована на інтегроване управління водними басейнами, зокрема через оцінку впливу господарської діяльності на водні об'єкти, планування заходів з охорони вод, попередження забруднення, сталого використання водних ресурсів та захисту водних екосистем. Директива також передбачає координацію дій на рівні басейнів річок незалежно від адміністративних кордонів.

У зв'язку зі складним станом водного режиму, екологічного балансу та просторової організації ландшафтів була затверджена Програми державного моніторингу вод [8].

Для охорони водного режиму річок від забруднення поверхневими стоками необхідне створення водоохоронних зон та встановлення прибережних захисних смуг на малих водотоках, розміщення інформаційно-охоронних знаків на територіях водного фонду, забезпечення належного санітарного стану водоохоронних зон та впорядкування прибережних територій. Недотримання санітарних вимог у прибережних зонах спричиняє забруднення поверхневих стоків, що надходять у річкові системи, знижує якість води, сприяє замуленню русел і створює проблеми під час паводків.

Береги річок зазнають руйнівного впливу природних процесів, таких як опади та надмірні повені, що призводять до накопичення намулу на дні водойм внаслідок зсувів ґрунту та потрапляння частинок ґрунтової маси у водне середовище. Використання рослин із розвиненою кореневою системою, здатних витримувати періодичне затоплення, є природоорієнтованим і екологічно безпечним методом укріплення берегів, який сприяє стабілізації берегової зони, зменшенню ерозії, підтриманню біорізноманіття прибережних екосистем і поліпшенню якості води.

Висновки і рекомендації. Покращення гідрологічного режиму річок може здійснюватися шляхом розчищення їхніх річищ, оптимізації зарегульованості водотоків, а також приведення джерел у належний санітарний стан та благоустрій. Розчищення річищ водотоків передбачає два основні напрямки. Перший полягає у видаленні сміття, повалених дерев, гілок,

надмірної рослинності та інших перешкод; ці заходи є маловитратними і рекомендуються до виконання щороку, особливо після паводків. Другий напрямок охоплює розчищення сильно замулених річищ із видаленням накопиченого донного осаду, що потребує розробки проєктної документації та залучення відповідних фінансових ресурсів.

Для зменшення негативного впливу зворотних вод на річкові та інші водні екосистеми необхідне будівництво та реконструкція очисних споруд і систем водовідведення, а також організація ефективного відведення зливових вод з урбанізованих територій, що впливають на водозбір річок. Модернізація систем водовідведення сприятиме зменшенню надходження забруднень як від точкових, так і від дифузних джерел, зокрема поверхневих стоків. Дифузні джерела забруднення, такі як стоки талих, дощових та дренажних вод з урбанізованих територій, можуть бути частково контрольовані та очищені шляхом облаштування сучасних систем зливового водовідведення.

Серед пріоритетних заходів також слід виділити виявлення та припинення несанкціонованих скидів забрудненої води, ліквідацію сміттєзвалищ у прибережних зонах, впровадження систем моніторингу якості води та проведення регулярних профілактичних робіт із благоустрою прибережних територій. Такі комплексні заходи забезпечують охорону водних ресурсів, підтримання екологічної рівноваги та підвищення стійкості водних екосистем до антропогенних і природних навантажень.

Список використаних джерел

1. Державне агентство водних ресурсів України URL: https: //www.davr.gov.ua.

2. Ukraina, shkoda dovkilliu, ekolohichni naslidky viiny / O. Anhurets, P. Khazan, K. Kolesnykova et al. 2023. 84 p. URL: https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf.

3. Проєкт Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Будівництво, містобудування, модернізація міст та регіонів України». 2023. 350 с. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/construction-urban-planning-modernization-of-cities-and-regions.pdf.

4. Зелене повоєнне відновлення України: візія та моделі : аналіт. зап. Київ : Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля». 2022. 28 с. URL: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2022/08/green_recovery.pdf.

5. Проєкт плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Екологічна безпека». 2022. 108 с. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/environmental-safety-assembly.pdf.

6. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом : Закон України № 1641-VIII (2016). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1641-19#Text.

7. Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства у галузі водної політики» від 23 жовтня 2000 року. Директива №2000/60/ЄС (2000). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text.

8. Про затвердження Програми державного моніторингу вод (2025) : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 84 від 20.01.2025. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0084926-25#Text.

УДК: 504.61(477.64):355.48

Садова Тетяна
магістр спеціальності «Екологія»,
Воронова Наталія
к.б.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології,
Запорізький національний університет

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ДОВКІЛЛЮ ЗАПОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

Актуальність наукового дослідження підходів до комплексної екологічної оцінки збитків (КЕОЗ) детермінована масштабом екологічної катастрофи, спричиненої військовою агресією Росії проти України. Цей деструктивний вплив вимагає невідкладної та достовірної фіксації критичних, довгострокових збитків довкіллю: від перманентного забруднення ґрунтів важкими металами та вибуховими речовинами до системної деградації природно-заповідного фонду та руйнування критичної екологічної інфраструктури [1, 4].

Запорізький регіон, як територія, що перебуває під перманентним військовим впливом та зазнала критичних техногенних збитків (зокрема, внаслідок підриву Каховської ГЕС), визначено як одну з найбільш уразливих зон. Як зазначають Л. Малько Л. та Д. Ніколаєнко [2], комплексна та верифікована КЕОЗ є не лише економічною, але й стратегічною необхідністю для формування надійної позовної бази та подальшого судового переслідування агресора. Водночас, лімітованість ресурсів та масштабність завданих збитків висувають вимогу науково обґрунтованого підходу до багатокритеріальної пріоритезації заходів із відновлення. Чинні правові механізми [3] потребують адаптації до специфіки регіону та інтеграції з оцінкою реальних екологічних втрат.

Світовий науковий фокус зосереджений на розробці уніфікованих підходів до оцінки екологічної шкоди, завданої військовими конфліктами, та механізмів стягнення екологічних репарацій. Міжнародні та національні дослідження [2, 3] підтверджують, що КЕОЗ є критичною складовою як для судового процесу, так і для стратегічного планування постконфліктного відновлення. Ефективні методології мають бути багатокритеріальними, інтегруючи розподіл оцінки прямих (забруднення, руйнування) та опосередкованих (втрата екосистемних послуг, деградація біорізноманіття) збитків.

В контексті цього наукова новизна дослідження полягає в удосконаленні методики інтегральної оцінки збитків довкіллю Запорізького регіону шляхом включення військово-специфічних факторів (мінне забруднення, шкода від руйнування гідротехнічних споруд, індекс небезпеки для біорізноманіття). Багатокритеріальна модель пріоритезації відновлювальних заходів (БПМ) інтегрує показники екологічного ризику, соціально-економічної значущості об'єкта та економічних витрат на ремедіацію. Запропонований підхід спрямований на підвищення наукової обґрунтованості процесу оцінювання збитків і формування доказової бази для подальшого стягнення екологічних репарацій.

Метою роботи є розробка методологічних підходів до комплексної екологічної оцінки збитків, завданих довкіллю Запорізького регіону внаслідок військових дій, та обґрунтування науково-практичних пріоритетів його екологічного відновлення.

Практична імплементація методології КЕОЗ передбачає проведення екологічної оцінки збитків у Запорізькому регіоні, які базуються на верифікованих даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та результатах польових обстежень. У процесі застосування багатокритеріальної прогностично-оціночної моделі необхідно ідентифікувати пріоритетні зони екологічної інтервенції, зокрема акваторії та прибережні смуги, які зазнали впливу Каховської катастрофи, а також сільськогосподарські землі з високим рівнем мінної небезпеки. Ключовим результатом імплементації є обґрунтування того, що фокус на відновленні водних ресурсів та ремедіації найбільш продуктивних ґрунтів забезпечить найвищу економічну доцільність та соціальну значущість.

Список використаних джерел

1. Більо І., Ткачук Ю. Еколого-економічні дослідження російсько-української війни. *Економіка та суспільство*, 2022. Вип. 38. DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-6
2. Малько Л., Ніколаєнко Д. Військова екологія: новинки 2022 року та оцінка екологічних наслідків агресії Росії проти України. 2022. DOI: https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15613.64488
3. Світличний О. П. Правові механізми подолання екологічних наслідків військової агресії Російської Федерації проти України. *Аналітично-порівняльне правознавство*. 2025. № 1. С. 379–383.
4. Сплодитель А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна Л. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. Результати аналізу. Київ : ГО «Центр екологічних ініціатив "Екодія"». 2023. 32 с . URL: https://surl.lt/hjwyly.

УДК 504.61(477.64):581.45

Садова Тетяна
магістр спеціальності «Біологія та біохімія»,
Бойка Олена
к.б.н., доцент кафедри генетики та рослинних ресурсів,
Запорізький національний університет

ОЦІНКА СТУПЕНЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РІВНЕМ ФЛУКТУЮЧОЇ АСИМЕТРІЇ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ РОСЛИН

Актуальність наукового дослідження детермінована комплексною проблемою системного порушення гомеостазу природних екосистем Запорізької області під впливом хронічного індустріально-техногенного навантаження. Запорізький регіон історично характеризується високою концентрацією промислових підприємств (Чугай, Пилип'юк, Боровська, 2018), що призводить до кумулятивного забруднення атмосферного повітря та ґрунтового покриву. Цей потужний абіотичний стрес вимагає застосування інтегральних біоіндикаторних методів, здатних відображати сумарний токсикологічний вплив. Флуктуюча асиметрія (ФА) листкового апарату рослин є визнаним біомаркером (Khusnullin та ін., 2021; Скляренко, 2019), що відображає стабільність розвитку організму та рівень неспецифічного стресу, спричиненого порушенням генетично детермінованих процесів морфогенезу. Водночас рівень флуктуючої асиметрії обмежений нормою реакції геному виду в цілому та генотипами окремих особин. Аналіз сумарної величини флуктуації дозволяє зробити висновки щодо меж норми реакції виду: чим ширша ця норма, тим більший адаптаційний потенціал і стійкість популяції до несприятливих чинників середовища. Завдяки своїй чутливості, ФА дозволяє провести ранню діагностику екологічних порушень до появи видимих ознак деградації, що є критично важливим для оперативного екологічного моніторингу.

Сучасна екологічна діагностика вимагає комбінованого підходу, що інтегрує аналітичні та біологічні методи. Дослідження підтверджують пряму залежність між зростанням індексу ФА та збільшенням антропогенного тиску, зокрема, у зонах впливу промислових викидів (Скляренко, 2019). У контексті Запорізької області, де існуюче техногенне забруднення ускладнюється додатковими чинниками стресу, пов'язаними з військовими діями (Міронов, 2024), біоіндикація набуває особливого значення. ФА дозволяє інтегрально оцінити як хронічне забруднення, так і гострі порушення середовища, верифікуючи дані, отримані дистанційними методами (Міронов, 2024). Зокрема, використання індикаторних видів деревних рослин у рекреаційних зонах міста (Крупєй та ін., 2022) дає змогу оцінити не лише шкоду, але й потенціал для відновлення міського озеленення.

Наукова новизна дослідження полягає у розробці та застосуванні інтегрально-біометричного підходу до оцінки стану довкілля Запорізької області.

Метою роботи є розробка та емпірична апробація методології інтегральної біоіндикаційної оцінки ступеня антропогенного навантаження на довкілля Запорізької області, використовуючи рівень флуктуючої асиметрії листкового апарату рослин, для наукового обґрунтування пріоритетних напрямків екологічного моніторингу та природоохоронних заходів.

Практична імплементація методології ФА передбачає полігонні дослідження з відбором стандартизованих зразків листя індикаторних рослин у різних зонах, що різняться за інтенсивністю антропогенного впливу (промислові зони, сільськогосподарські угіддя, природно-заповідний фонд). Ключові етапи включають біометричний аналіз та статистичну обробку даних для розрахунку індексу ФА. Результатом стане створення деталізованої екологічної карти Запорізької області, що графічно відображатиме градієнт стабільності розвитку біоти. Ідентифікація територій з критично високим рівнем ФА забезпечить наукове підґрунтя для обґрунтування пріоритетності проведення ремедіаційних заходів, зокрема у найбільш продуктивних екосистемах та зонах, які зазнали максимального техногенного та військового впливу.

Список використаних джерел

1. Khusnullin R. R., Minakova E. A., Latipova V. Z., Basyyrov, A. M. Air Pollution Investigated by Fluctuating Asymmetry of Leaves. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021. Vol. 1079. No. 7. Article 072005.
2. Комплексна екологічна оцінка стану довкілля за індикаторними показниками деревних рослин рекреаційних зон м. Запоріжжя / К. С. Крупєй, К. І. Обруч, О. Ф. Рильський та ін. *Екологічні науки.* 2022. № 1(40). С. 78–84. URL: http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/1/14.pdf.
3. Міронов І. В. Оцінка екологічних збитків від бойових дій на територіях Запорізької області з використанням дистанційних методів. Дніпро, 2024.
4. Скляренко А. В. Оцінювання впливу промислових умов на величину флуктуючої асиметрії листкової пластинки Betula pendula Запоріжжя. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. № 6(29). С. 54–57.
5. Чугай А. В., Пилип’юк В. В., Боровська, Г. О. Аналіз техногенного навантаження на природне середовище Запорізької області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. Серія: Екологія. 2018. № 18. С. 97–105.

УДК 72:502.131.1

Ситник Нікіта
здобувач вищої освіти
спеціальності 191 Архітектура та містобудування
Фостащенко Олена Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Запорізький національний університет

ПРИНЦИПИ ЗЕЛЕНОЇ АРХІТЕКТУРИ У СИСТЕМІ СТАЛОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Актуальність. У XXI столітті архітектура переживає глибоку трансформацію, зумовлену глобальними викликами зміни клімату, урбанізації та виснаження природних ресурсів. Сьогодні завдання архітектора полягає не лише у створенні комфортного простору для життя, а й у забезпеченні екологічного балансу між діяльністю людини та природним середовищем.

Зелена архітектура – це нова філософія проєктування, спрямована на зменшення негативного впливу будівництва на довкілля, енергоефективність, використання відновлюваних ресурсів і формування гармонійного співіснування людини з природою [1].

Саме тому дослідження принципів зеленої архітектури в контексті сталого природокористування є надзвичайно актуальним для сучасної практики архітектора і майбутнього розвитку міст.

Аналіз останніх досліджень. Проблематика зеленої архітектури досить широко розглядається у світовій науковій спільноті. Зокрема, Ragheba A. у своїй праці «*Green Architecture: A Concept of Sustainability»* наголошує, що екологічне проєктування передбачає мінімізацію ресурсів на всіх етапах життєвого циклу будівлі – від будівництва до демонтажу [2].

Дослідження M Moser [3] підкреслює важливість інтегрованого підходу, де архітектура взаємодіє з кліматом, енергією, матеріалами та соціальним контекстом. UNESCO у своїх звітах [4] звертає увагу на роль зеленої архітектури у формуванні стійких громад та скороченні викидів парникових газів, а *World Green Building Council* [7] підкреслює соціальний аспект – покращення якості життя людей через «зелені» будівлі.

Метвіллі В. М. [6] аналізує біоміметичний підхід, коли архітектурні рішення надихаються природними процесами, що підвищує ефективність енергоспоживання.

Таким чином, у сучасній науці спостерігається узгоджена тенденція до інтеграції принципів сталого розвитку в архітектурну практику, але водночас питання адаптації цих принципів до українських реалій ще потребує глибшого дослідження.

Метою дослідження є визначення основних принципів зеленої архітектури, аналіз їхнього впровадження у світовій практиці та розгляд їх ролі у формуванні системи сталого природокористування.

Зелена архітектура – це синтез екологічних, технологічних і соціальних рішень, спрямованих на створення будівель, що зберігають енергію, ресурси та здоров'я людини. У цьому контексті архітектура перестає бути просто мистецтвом форми – вона стає інструментом екологічного мислення [1].Одним із ключових принципів є енергоефективність**.** Орієнтація будівлі, її форма, матеріали оболонки та природна вентиляція визначають рівень енергоспоживання. Наприклад, у «The Edge» (Амстердам, Нідерланди) реалізовано комплексну систему «розумної будівлі», що регулює освітлення, температуру і споживання енергії на основі даних з датчиків, завдяки цьому офіс вважається одним із найзеленіших у світі [3].Інший приклад – житловий комплекс «Bosco Verticale» у Мілані, спроєктований архітектором Стефано Боері. Його фасади вкриті понад 900 деревами, що забезпечують очищення повітря, зниження шуму і покращення мікроклімату [6].

Такі рішення демонструють, як архітектура може взаємодіяти з природою не декоративно, а функціонально. Важливою складовою зеленої архітектури є використання відновлюваних джерел енергії –сонячної, вітрової, геотермальної. У будівлях нового покоління використовують сонячні панелі, теплові насоси, системи рекуперації тепла. Наприклад, у проєкті «Powerhouse Brattørkaia» у Норвегії споруда виробляє більше енергії, ніж споживає протягом усього життєвого циклу [4]. Не менш важливим принципом є раціональне використання води – системи збору дощової води, повторне використання «сірих» стоків, зелені покрівлі, які зменшують випаровування та утримують опади.

Крім того, значення має вибір матеріалів – пріоритет надається локальним, переробленим і натуральним матеріалам із низьким вуглецевим слідом, як-от дерево, глина, перероблене скло [5]. Біокліматичний підхід дозволяє адаптувати архітектуру до клімату місцевості, забезпечуючи комфорт без надмірного споживання енергії. Наприклад, в екобудинках у Данії та Німеччині застосовують пасивні технології – товсті стіни, сонячні колектори, вентиляцію з рекуперацією, що робить будівлі майже енергонезалежними [2, 4]. Варто зазначити і соціальний аспект: зелені будівлі сприяють покращенню якості життя, підвищують продуктивність праці, знижують рівень стресу. Такі об'єкти стають не лише місцем проживання, а й простором для екологічного мислення і взаємодії з природою [7].

Висновки і рекомендації. Зелена архітектура – це не просто напрям, а необхідність для виживання сучасної цивілізації. Її принципи формують новий підхід до проєктування, де головними цінностями є збереження ресурсів, комфорт людини та гармонія з природою.

Інтеграція таких підходів у практику архітектурного проєктування дозволяє зменшити вуглецевий слід, оптимізувати споживання енергії та води, а також покращити якість життя населення.

Для нас, майбутніх архітекторів, це не лише професійний виклик, а й моральна відповідальність перед планетою створювати середовище, яке буде сталим, здоровим і гармонійним для майбутніх поколінь.

Список використаних джерел

1. What is Green Architecture, and Why is it Essential for Sustainable Living (2025). Blog Chaos. URL: https://blog.chaos.com/what-is-green-architecture.

2. Amany Ragheb, Hisham El-Shimyb, Ghada Ragheb. Green Architecture: A Concept of Sustainability.*Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2016. P. 778. – 787. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815062552.

3. The Importance of Sustainable Architecture Strategies. *M Moser*. URL: https://www.mmoser.com/ideas/sustainable-architecture-strategies/.

4. Building a Sustainable Future: Green Architecture in the Caribbean and Europe. (2024). *UNESCO*. URL: https://www.unesco.org/en/articles/building-sustainable-future-green-architecture-caribbean-and-europe.

5. Green Building and Sustainable Architecture. *Nature*. 2024. URL: https://www.nature.com/collections/gajghaebce.

6. Metwally W. M. Biomimicry and Green Architecture: Nature-Inspired Innovations for Sustainable Buildings. *Sustainability*. 2025. 17(16). DOI: https://doi.org/10.3390/su17167223.

7. Green Building: Improving the Lives of Billions by Helping to Achieve the UN's Sustainable Development Goals. *World Green Building Council*. 2016. URL: https://worldgbc.org/article/green-building-improving-the-lives-of-billions-by-helping-to-achieve-the-un-sustainable-development-goals/.

8. Wu A. N., Biljecki F. Roofpedia: Automatic Mapping of Green and Solar Roofs for an Open Roofscape Registry and Evaluation of Urban Sustainability. Landscape and Urban Planning. 2021. Vol. 214. Article 104167. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104167.

УДК 504.75

Старжинський Павло Станіславович
здобувач ІІІ-го освітньо-наукового рівня (PhD) спеціальності 183 ТЗНС
Київський національний університет будівництва та архітектури
Жукова Олена Григорівна
к.т.н., доцент кафедри ТЗНС та ОП
Київський національний університет будівництва та архітектури

ВОДНА БЕЗПЕКА ТА СТІЙКІСТЬ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ М. КИЄВА: ДАНІ 2025 РОКУ ТА КОНЦЕПЦІЯ WATER SAFETY AND RESILIENCE PLAN (WSRP)

Актуальність. Умови воєнного часу значно впливають на якість водних ресурсів міста Києва. Для оцінки рівня стійкості водного середовища в межах урбанізованої ділянки Дніпра запропоновано використання індексу екологічної стійкості $\boldsymbol{I_{ES}}$, який поєднує показники NH_4^+, PO_4^{3-} та розчинений кисень O_2.

Аналіз останніх досліджень. Питання екологічної безпеки водних ресурсів досліджували Білоус В. І., Зиков В. І., Гончарук В. В. та ін. Аналіз

стану водопостачання в умовах війни висвітлено у працях Glińska-Lewczuk K. та Hasan M. K., однак сучасні дані про вплив воєнних дій на якість води в урбанізованих екосистемах потребують подальшого вивчення з урахуванням концепції WSRP.

Мета. Провести аналіз динаміки середніх показників якості води за січень–вересень 2025 року на ділянці р. Дніпро (км 897–825) та оцінити екологічну стійкість за допомогою індексу I_{ES} у контексті реалізації підходу Water Safety and Resilience Plan (WSRP).

Методи. Використано дані моніторингу гідрохімічних показників за січень–вересень 2025 року (створи 897–825 км) та проведено порівняння з 2024 р. Для узагальненої оцінки екологічної стійкості водної системи застосовано інтегральний показник:

$$I_{ES} = \frac{O_2 / O_{2норма}}{NH_4^+ + PO_4^{-3}}$$

де $O_{2норм}$ = 6 мг/дм³ який відображає співвідношення відновлювальної здатності водного середовища (за вмістом розчиненого кисню) та рівня біогенного навантаження (за концентраціями амонійного азоту й фосфатів).

Такий індикатор використовується для порівняльної оцінки стійкості урбанізованих водних екосистем і адаптований за працями українських авторів [4–5] та зарубіжними аналогами resilience indicators [2–3]. Значення $I_{ES} > 1$ відповідає високій стійкості, від *0,5–1,0* – помірній, а $I_{ES} < 0,5$ вказує на кризовий стан водного об'єкта.

Основний текст. Результати оцінки екологічної стійкості за допомогою індексу I_{ES} приведені у (табл. 1).

Таблиця 1 – Усереднені показники якості води за січень–вересень 2024 – 2025 рр.

Кілометраж	NH_4^+, мг/дм³		PO_4^{3-}, мг/дм³		O_2, мг/дм³		I_{ES}		Оцінка 2025р
	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	
км 897 (Вишгород)	0,25	0.43	0.15	0.31	8.0	7.5	2.13	1.69	Висока
км 870 (Гідропарк)	0.20	0.38	0.25	0.45	7.8	7.1	1.87	1.42	Висока
км 855.5 (вище БСА)	0.50	0.50	0.30	0.50	7.5	6.8	1.67	1.13	Помірна
км 855 (БСА)	0.55	0.55	0.35	0.55	7.2	6.6	1.29	1.00	Помірна

Кілометраж	NH_4^+, мг/дм³		PO_4^{3-}, мг/дм³		O_2, мг/дм³		I_{ES}		Оцінка 2025р
	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	
км 854.5 (нижче БСА)	0.47	0.47	0.28	0.48	7.4	6.9	1.64	1.21	Помірна
км 825 (нижче Українка)	0.35	0.35	0.15	0.33	8.0	7.3	2.22	1.79	Висока

Примітка. Розрахунок проведено за середніми значеннями за січень вересень 2025 р. Пікові літні концентрації (O_2 = *5.8 мг/дм³,* NH_4^+ = *0.68 мг/дм³,* PO_4^{3-} = *0.72 мг/дм³*) знижують індекс I_{ES} до *0.83–0.32*, що відповідає кризовому стану.

Отримані значення I_{ES} свідчать про поступове зростання стійкості водного середовища вниз за течією: від 1.00 біля БСА до 1.79 у районі м. Українка. Порівняно з 2024 роком, спостерігається тенденція до покращення цього показника, що може бути наслідком стабілізації гідрологічного режиму та адаптації систем очищення.

Water Safety and Resilience Plan – це багаторівнева система управління водною безпекою, розроблена ВООЗ і Європейським агентством з навколишнього середовища. Її мета - перехід від реактивного контролю якості води до превентивного управління ризиками.

Для Києва WSRP передбачає три ключові елементи:

1. Risk Identification & Vulnerability Mapping – картування уразливих елементів системи (водозабори, очисні споруди, резервуари, транспортні мережі) з урахуванням воєнних загроз;
2. Resilience Framework – створення багаторівневої системи реагу-вання з резервними джерелами, мобільними станціями очищення та автономним енергозабезпеченням;
3. Adaptive Monitoring & Early Warning – інтеграція гідрохімічних показників (NH_4^+, PO_4^{3-}, O_2, $БСК_5$) у платформу раннього попередження про забруднення. Реалізація WSRP у Києві дозволить створити цифрову 'карту водної стійкості міста', що поєднує дані моніторингу, інфраструктури та ризиків у єдиній системі управління.

Висновки і рекомендації. Отримані результати демонструють просторову диференціацію стійкості водного середовища в межах Києва. Індекс I_{ES} показав найнижчі значення біля БСА, що підтверджує локальний вплив стоків. Підхід WSRP дозволяє поєднати аналітичні оцінки з практичними заходами і може бути інтегрований у місцеву програму екологічної безпеки водопостачання м. Києва (2025–2030 рр.).

Рекомендації WSRP для критичних ділянок р. Дніпро (Київ):

- км 825 (Українка) – інтегрувати ділянку в просторове картування ризиків WSRP;
- км 855 (БСА) – організувати резервні джерела подачі та мобільні станції знезараження;

- км 870 (Гідропарк) – встановити датчики оперативного моніторингу O_2 і фосфатів;
- км 897 (Вишгород) – забезпечити аварійне дублювання водозабору та контроль на вході системи.

Список використаних джерел

1. Старжинський П. С., Жукова О. Г. Еколого-гігієнічна оцінка впливу військових дій на показники якості водопостачання населеного пункту (на прикладі м. Київ). *Екологічні науки.* 2025. № 2(59). С. 178–186.
2. The impact of urban areas on the water quality gradient along a lowland river/ K. Glińska-Lewczuk et al. *Environmental Monitoring and Assessment.* 2016. Vol. 188(11). P. 624.
3. Hasan M. K., Shahriar A., Jim K. U. Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. *Heliyon.* 2019. Vol. 5(8). e02145.
4. Білоус В. І., Зиков В. І., Гончарук В. В. Екологічні критерії оцінки якості поверхневих вод України. *Екологія і ресурси*. 1997. № 3. С. 45–53.
5. Шмандій В. М., Бойко Т. В. Оцінка екологічної стійкості урбанізованих водних систем. *Вісник екології та безпеки життєдіяльності*. 2011. № 2. С. 25–31.

УДК 504.06:622.323

Мандрик Олег Миколайович
д. т. н., професор, професор кафедри екології
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Суліма Євгенія Олександрівна
аспірантка
НДУ «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем»

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СПОРУДЖЕННЯ ГАЗОВИДОБУВНИХ СВЕРДЛОВИН НА ДОВКІЛЛЯ

Впродовж останніх років газовидобувним підприємствам України вдалося досягти значного прогресу у видобутку природного газу. За минулий рік обсяги видобутку газу досягли більш ніж 19 млрд кубометрів [1]. Стратегічною метою держави є збільшення видобутку газу до понад 20 млрд кубометрів [2].

Сьогодні одним із найефективнішим методом нарощення видобутку газу є буріння нових свердловин. При спорудженні газовидобувних свердловин впливу зазнають усі елементи природного середовища: геологічне, повітряне, водне, ґрунти та земельні ресурси, а також рослинний, тваринний світ і біота. Тому перед екологами постає завдання постійного проведення екологічної оцінювання впливу при спорудженні газовидобувних свердловин на довкілля.

Сучасні підходи до екологічного оцінювання впливу при спорудженні газовидобувних свердловин розуміють в собі постійне проведення наступних заходів:

- *оцінка впливу на довкілля/навколишнє середовище (ОВД/ОВНС)* є ключовим етапом виявлення всіх потенційних ризиків, пов'язаних зі спорудженням та експлуатацією свердловини (здійснюється відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» [3]). Завданням такої оцінки є, зокрема, визначення масштабів і рівнів впливу планованої діяльності на навколишнє середовище, розробку заходів щодо запобігання або зменшення шкідливих впливів, прийнятності проєктних рішень з екологічної точки зору [4];
- для перевірки відповідності проєкту екологічним нормам і стандартам на державному рівні обов'язковим є проведення *державної екологічної експертизи*;
- регулярний *моніторинг та аналіз* ключових показників забруднення, таких як: якість повітря (вимірювання концентрацій CO_2, NO_2, CH_4 та інших забруднювальних речовин), якість води (аналіз на наявність важких металів та інших шкідливих сполук у водних ресурсах), стан ґрунтів (оцінка впливу на ґрунти в зоні впливу свердловини);
- *оцінка впливу на біорізноманіття* з метою проведення аналізу впливу на флору, фауну та цілісні екосистеми в газовидобувному регіоні;
- використання *GIS-технологій та дистанційного зондування землі (ДЗЗ)* для створення карт зон впливу, аналізу змін землекористування, визначення вразливих територій, моніторингу забруднення;
- *прогнозування наслідків* з використанням сучасних програмних комплексів для моделювання потенційних наслідків від викидів, скидів та інших операцій;
- *запровадження технологій для мінімізації впливу*, таких як: використання сучасних бурових розчинів, проведення роботи з мінімізації викидів парникових газів, рекультивація земель після завершення буріння тощо.

Отже, сучасні підходи до екологічного оцінювання ґрунтуються на нормативно-правових вимогах, інтеграції моніторингу, GIS-аналізу, прогнозному моделюванні та управлінні ризиками.

Підвищення ефективності екологічної оцінки потребує:

- впровадження GIS-карт вразливості територій ще на етапі планування свердловин;
- стандартизації переліку екологічних показників моніторингу (вода, повітря, ґрунт, біота);
- розширення використання біоіндикаційних методів;
- забезпечення прозорості ОВД/ОВНС та залучення громадськості.

Список використаних джерел

1. Українська енергетика. URL: https://ua-energy.org/uk/posts/ukraina-u-2024-rotsi-narostyla-vydobutok-hazu-na-22-premier-ministr (дата звернення: 27.10.2025).

2. Енергетична стратегія України на період до 2050 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21.04.2023 р. № 373-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text (дата звернення: 27.10.2025).

3. Про оцінку впливу на довкілля : Закон України від 23.05.2017 р. № 2059-VIII. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 29. С. 315.

4. Екологічна безпека у нафтогазовій промисловості: конспект лекцій / В. С. Білецький, В. Г. Суярко, В. І. Сіренко та ін. ; за ред. І. М. Фика. Харків : НТУ «ХПІ», 2021. 175 с.

УДК 504.5:628.477.6

Фоменко Діана Ігорівна
Здобувачка вищої освіти спеціальності 101 Екологія
Притула Наталія Михайлівна
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології
Запорізький національний університет

ВПЛИВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ЕКОСИСТЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ

Проблема пластикових відходів є однією з найгостріших екологічних загроз XXI століття. Виробництво пластику у світі стрімко зростає, тоді як ефективні методи його утилізації розвиваються значно повільніше. За оцінками дослідників, лише невелика частка пластикових матеріалів переробляється повторно, а більшість потрапляє на полігони, у річки, моря та океани, де може зберігатися сотні років [1]. Через це пластик став глобальною екологічною проблемою, яка торкається практично всіх екосистем – від морських до наземних.

Пластикові відходи мають властивість накопичуватися у навколишньому середовищі, порушуючи природні процеси. Вони створюють фізичні бар’єри для водних та наземних організмів, спричиняють загибель тварин через ковтання шматків пластику або заплутування в ньому. Більше того, під дією сонячного випромінювання та механічних процесів великі пластикові предмети поступово розпадаються на дрібні частинки – мікропластик, який становить ще більшу загрозу, адже здатен проникати в клітини живих організмів. Мікропластик зараз виявляють навіть у найвіддаленіших районах планети – у глибоководних зонах, полярних льодовиках та атмосферному пилу [2].

Мікропластик – це частинки діаметром менше 5 мм, які можуть утворюватися під час зношування синтетичного одягу, шин, упаковок чи косметичних засобів. Потрапляючи у водойми, вони стають частиною харчових ланцюгів. Риби, молюски та інші організми сприймають ці частинки за їжу. У результаті мікропластик може переносити токсичні речовини, важкі метали та органічні забруднювачі, які з часом накопичуються у тканинах живих істот і

зрештою у людському організмі. Дослідження показують, що така біоакумуляція призводить до порушень у роботі ендокринної системи, репродуктивних функцій і навіть до загибелі окремих видів риб [2].

Наземні екосистеми також не залишаються поза впливом пластикового забруднення. Пластикові залишки потрапляють у ґрунти через добрива, упаковки, сільськогосподарські плівки. У ґрунтовому середовищі мікропластик змінює водопроникність, впливає на діяльність мікроорганізмів і може пригнічувати ріст рослин. Крім того, пластик адсорбує на своїй поверхні інші шкідливі речовини, утворюючи потенційно небезпечні сполуки. Таким чином, пластикове забруднення охоплює не лише водні, а й суходільні біоценози, впливаючи на весь екологічний баланс планети.

Важливим аспектом є також зв’язок пластикового забруднення з кліматичними процесами. Під час розкладання пластик виділяє парникові гази – метан і етилен, що посилює глобальне потепління. Крім того, його спалювання, яке досі залишається поширеним способом утилізації, спричиняє викиди діоксинів, фуранів та інших токсичних речовин у повітря. Такі методи не лише шкодять навколишньому середовищу, але й становлять небезпеку для здоров’я людей, зокрема через забруднення атмосфери та води канцерогенами [3].

Традиційні способи поводження з пластиковими відходами, такі як захоронення на полігонах, спалювання або механічне перероблення не можуть забезпечити сталого вирішення проблеми. Полігони швидко переповнюються, а пластик у них практично не розкладається. Спалювання шкодить атмосфері, а повторна переробка обмежена через погіршення властивостей матеріалу після кількох циклів. Тому сучасна наука пропонує нові підходи, орієнтовані на принципи циркулярної економіки, де пластикові вироби проектуються таким чином, щоб їх можна було багаторазово використовувати або легко переробляти.

Одним із перспективних напрямів є розвиток біорозкладних пластиків, створених на основі природних полімерів, таких як крохмаль, целюлоза чи полілактид. Такі матеріали здатні розкладатися під дією мікроорганізмів, не залишаючи токсичних залишків. Іншим підходом є ферментативне та фотокаталітичне розкладання, коли спеціальні ферменти або світлові каталізатори прискорюють розщеплення полімерних ланцюгів. Ці технології ще потребують вдосконалення, але вже демонструють великий потенціал для зменшення обсягу пластикових відходів.

Крім технологічних інновацій, важливою складовою є зміна суспільної поведінки. Обмеження використання одноразового пластику, сортування сміття, перехід на багаторазову тару та упаковку – це реальні кроки, які можуть дати помітний ефект у короткостроковій перспективі. Багато країн уже впровадили заборони на пластикові пакети, посуд чи трубочки. В Україні також триває поступовий перехід до обмеження обігу одноразового пластику, однак цей процес потребує послідовної державної політики та підтримки з боку бізнесу й громадськості.

Таким чином, пластикове забруднення – це не лише екологічна, а й соціальна проблема, яка потребує комплексного підходу. Пластик став символом зручності та одночасно – загрозою для планети. Вирішення цієї проблеми можливе лише за умов поєднання наукових досліджень, технологічних рішень і змін у свідомості людей. Як наголошують дослідники, лише впровадження системної політики зменшення виробництва одноразового пластику, розвитку вторинної переробки та екологічної освіти може забезпечити збереження екосистем і сталий розвиток суспільства.

Список використаних джерел

1. Kumar R., Verma A., Shome A., Sinha R., Sinha S., Jha P.K. Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability.* 2021. Vol. 13. No. 17. Article 9963. DOI: https://doi.org/10.3390/su13179963
2. Liu J., Li C. Impact of Microplastics on Aquatic Ecosystems. Water. 2025. Vol. 17. No. 14. Article 2124. DOI: https://www.mdpi.com/2073-4441/17/14/2124.
3. Islam F. A. Samiul The Impact of Plastic Waste on Ecosystems and Human Health and Strategies for Managing It for a Sustainable Environment. *Inernational Jornal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*. 2025. Vol. XIV. Issue III. P. 706-723 URL: https://www.scienceopen.com/ document?vid=7228b0fb-0f01-4453-81eb-b99e1267a21b.

УДК 620.92:662.767.2:338.27

Халілєєв Іван Олексійович,
здобувач вищої освіти спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища,
Галич Арсен Віталійович,
здобувач вищої освіти спеціальності
263 Цивільна безпека,
Венгер Любов Олександріна
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТАНУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ДЛЯ УКРАЇНИ ТА СВІТУ

Перехід на відновлювані джерела енергії та зміцнення енергетичної безпеки неможливі без екологічно чистих рішень. Одним із них є біометан, який активно впроваджується в Україні та світі, зменшуючи залежність від викопного палива та сприяючи сталому розвитку економіки. Він є найбільш затребуваним газом на ринку відновлюваної енергетики сьогодні. Це різновид

біогазу, який є дешевим, екологічно безпечним і поновлюваним джерелом енергії. І найголовніше: є найкращим аналогом природного газу. Виробництво біометану дозволяє з користю утилізувати відходи тваринництва і рослинництва, зменшує викиди в атмосферу вуглекислого газу, дозволяє зберегти ресурси, в тому числі земельні.

Обєкт дослідження – біометан та його властивості

Предмет дослідження – методи використання біометану як різновид альтернативного палива в Україні та світі\

Мета дослідження – з'ясувати потенціал використання біометану, сфери, у яких він може бути використаний, економічну доцільність використання біометану, його безпечність, перспективність виготовлення, використання, та експортування.

Внаслідок атак росії на газову інфраструктуру України у 2024-2025 рр. було завдано значних збитків і руйнувань у секторі. За повідомленнями НАК Нафтогаз Україна, Укргазвидобування, Укртрансгазу, через повну або часткову руйнацію об'єктів газової інфраструктури і видобутку внаслідок російських ударів український газовидобуток впав на 40% (або на 8 млрд. м3/рік), а орієнтовні прямі збитки склали від 2 до 4 млрд. Євро. Часткових руйнувань зазнала також газотранспортна система, розподільчі мережі, об'єкти газопідготовки і переробки, газосховища. Хоча газотранспортна система наразі зберігає цілісність, у випадку продовження ударів росії, існує прямий ризик її фрагментації на окремі «острови», підв'язані під наявні джерела газу – залишки об'єктів газовибодування (переважно північно-східні регіони України), газосховища (переважно західні регіони України), нитки мереж для імпорту з ЄС (південно-західні регіони). Таким чином, вже завдані збитки носять загрозливий характер, а у випадку посилення атак і масштабування руйнувань несуть стратегічний ризик енергетичній і національній безпеці України, і конкретно стабільності забезпечення базових потреб населення – теплом, газом, електроенергією, моторним паливом (CNG/LPG). Енергетика України вже як мінімум з кінця 2022 р. знаходиться в критичному стані, що потребує негайних антикризових рішень для його подолання. Найближчим часом криза може охопити вже не тільки електрогенерацію, як було у 2022-2024 роках, але і газопостачання, і, що найбільш небезпечно, теплопостачання (оскільки 85-90% палива теплокомуненерго це природний газ). Оскільки до наступного опалювального сезону залишається 7 місяців саме зараз час розглянути конкретні пропозиції щодо подолання вказаних кризових явищ.

Крім очевидного відновлення і ремонту пошкоджених об'єктів газовидобутку, їх додаткового захисту і, за можливості, розосередження пов'язаної інфраструктури, ще одним і більш фундаментальним і сталим альтернативним шляхом подолання критичного стану може бути впровадження об'єктів, що виробляють відновлюваний природний газ [1, 2].

Біометан має всі технологічні переваги природного газу, залишаючись при цьому відновлюваним вуглецево нейтральним паливом. Таким чином, об'єкти виробництва біометану або як ще можна сказати «видобутку» біометану по своїй суті є своєрідними аналогами газовидобувних дебетних

установок, от тільки для перших сировина – це відновлювані відходи у вигляді біомаси різних видів, а для других – це суміш викопних газів у надрах землі.

У процесі дослідження було виділено, що:

Впровадження об’єктів виробництва біометану в Україні в контексті подолання вказаних кризових явищ в енергетиці має ряд переваг і особливостей:

Децентралізація і рознесення інфраструктури виробництва і постачання, – практично неможливо одночасно знищити декілька десятків нових невеликих об’єктів виробництва біометану, розосереджених по всій території України (і до певної міри в окремих випадках навіть фінансово недоцільно, бо вартість засобів на ураження може бути порівнювана чи перевищувати вартість об’єкту біометану), в той час як легше знищити ударами декілька централізованих об’єктів газовидобутку в трьох регіонах, що безпосередньо примикають або до кордону з рф або до регіонів з активними бойовими діями, а деякі знаходяться в зоні бойових дій (тож їх використання чи відновлення наразі взагалі неможливе).

Великі ферми і агрохолдинги в Україні, що мають в одній власності всі наявні ресурси для впровадження біометанових заводів – значну кількість власної сировини (гній, гноївка, послід, первинні польові агровідходи, силос кукурудзи, вторинні відходи переробки, тощо) для впровадження точкових об’єктів потужністю 5-30 млн. м3/рік, власні логістичні можливості, землю для будівництва, фінансові можливості, персонал, тощо.

Прив’язка до точок генерації сировини (сільська місцевість) і до окремих кластерів розподільчих мереж, де є споживання газу (міста, промислові об’єкти, АГНКС).

Наявність альтернативної прив’язки до споживача – можна або споживати біометан в безпосередній близькості до місця виробництва (наприклад, місто або промисловий об’єкт поряд з БМ заводом підключений до мережі, в яку закачується БМ), або закачувати у кластери розподільчих мереж, в тому числі і у газотранспортну мережу, і споживати в іншому місці далеко від БМ заводу.

Відсутність необхідності спорудження додаткової інфраструктури з підготовки, перекачування, переробки газу. Всі процеси підготовки відбуваються в рамках біометанового заводу.

Відновлюване джерело енергії – скорочення викидів CO2, сприяння переходу до зеленої енергії, виконання цілей Енергетичної стратегії України щодо розвитку ВДЕ, енергетичної інтеграції України і ЄС.

Видалення відходів з ферм, рециклінг (в тому числі знезараження небезпечних відходів);

Можливість створення комплексних проектів на базі біометанових заводів із виробництвом декількох продуктів (біометан, електроенергія, тепло, енергія охолодження, синтез-гази, відновлюваний CO_2, водень, органічне добриво, сполуки амонію) і з використанням декількох видів сировини одночасно (відходи тваринництва, агровідходи, силос кукурудзи, енергокультури, «надлишкова» електроенергія від СЕС/ВЕС).

Внаслідок дослідження було виділено такий висновок:

Серед постійних загроз енергетиці розвиток сектору біометану дає подвійну вигоду. Це пряме відновлення енергетичних потужностей пошкоджених ракетними ударами, і одночасно компонент створення нової інтегрованої і децентралізованої енергетичної системи України на основі відновлюваних джерел енергії, що менш чутлива до ракетних ударів у майбутньому. Зробивши зараз інвестиції у цей сектор Україна має можливість трансформувати свій енергетичний ландшафт, забезпечивши стійкість до ураження і сталість виробництва чистої енергії на довгострокову перспективу.

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

2. Краснянський М. Ю. Екологічна безпека : навч. посіб. Київ : Кондор, 2020. 177 с.

СЕКЦІЯ 2 «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ТА ДОСВІД КРАЇН СВІТУ»

УДК 669.162.252

Відлога Яна Миколаївна
здобувач вищої освіти спеціальності 263 «Цивільна безпека»
Румянцев Владислав Ростиславович
к.т.н., доцент, викладач кафедри
металургійних технологій, екології та техногенної
Інженерний навчально-науковий інститут
Запорізького національного університету

ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ АЕРОЗОЛІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ НА ГІРНИЧОДОБУВНИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Пил на виробництві – справа цілком звична. На промислових об'єктах виробляється цілий ряд технологічних процесів: навантаження/розвантаження, переробка, дроблення, видобуток, транспортування - все це викликає утворення величезних шарів пилу, який завдає шкоди здоров'ю робочого персоналу, обладнання та навколишньому середовищу. Саме з цієї самої причини, більшість сучасних промислових підприємств та організацій використовують системи туманоутворення для придушення пилу. Для України та всього світу актуальна проблема шкідливого впливу виробничого пилу на організм людини. Саме через це э важливим розробка та впровадження передових технологій виробництва з мінімальним пилоутворенням, а також ефективних методів пилопридушення.

Виробничий пил є найпоширенішим шкідливим чинником виробничого середовища. Деякі види виробничого пилу здатні до самозаймання і навіть вибуху, що дозволяє відносити пил не лише до шкідливих, а й до небезпечних виробничих факторів. Значна частина промислового пилу – змішаного походження, тобто. складається з частинок неорганічних і органічних або, будучи органічною, включає частинки мінерального і металевого пилу. Це потрібно враховувати при виборі методів очищення та пиловловлюючого обладнання.

Існують такі методи боротьби з пилом на гірських підприємствах [1]:

- попередження або зниження пилоутворення.
- осадження пилу, зваженого у повітрі, шляхом зрошення.
- для боротьби з пилом використовують також піну, що подається на поверхню, з якої виділяються дрібнодисперсні частинки.
- концентрацію пилу, що виділився в повітря, знижують шляхом додаткової подачі повітря засобами вентиляції.

- пил, що виділяється, видаляють шляхом пиловідсмоктувача.
- для запобігання потраплянню пилу в організм людини використовують засоби індивідуального захисту (респіратори «Пелюстка», Ф-62Ш, «Астра-2»).

В ході дослідження був обраний найоптимальніший метод пилопридушення – зсастосування систем пилопридушення водяним зрошенням та полив вибоїв. Аналіз даного методу показав, що такий спосіб пилопридушення є найбільш ефективним та економічно вигідний для підприємств.

Тому боротьба з пилом є важливим гігієнічним та соціально-економічним завданням. Вихід із становища необхідно шукати шляхом розробки на гірничодобувному та переробному підприємстві нових способів пилопридушення, так як за кількістю речовин, що викидаються в навколишнє середовище, пил є основним забруднювачем, поряд з оксидом вуглецю [2].

Список використаних джерел

1. Самойленко Н. М., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Системи технологій та промислова екологія : навч. посіб. Харків : Лідер, 2020. 212 с.

2. Краснянський М. Ю. Екологічна безпека : навч. посіб. Київ : Кондор, 2020. 177 с.

УДК 811.111’255.2:331.46

Іванова Дар’я Андріївна
здобувач вищої освіти спеціальності 263 «Охорона праці»
Мосієвіч Лариса Василівна
к. ф. н., доцент, доцент кафедри іноземних мов професійного спрямування факультету іноземної філології ЗНУ

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕКЛАДУ АНГЛОМОВНИХ ТЕРМІНІВ З ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ

Актуальність даного дослідження обумовлена тим, що у сучасних умовах активної інтеграції України у світовий економічний та професійний простір зростає потреба у точному та фаховому перекладі термінології, пов’язаної з охороною праці, зокрема – у сфері виробничого травматизму. Більшість методичних матеріалів, інструкцій та рекомендацій міжнародного зразка публікуються англійською мовою, що зумовлює необхідність їх адекватного перекладу на українську. Метою нашого дослідження є аналіз способів перекладу цих термінів українською мовою.

Проблемою перекладу термінів займалися такі вітчизняні науковці, як Л. Борисова [1], Л. Білозерська [2], М. Бережна [3]. Переклад багатокомпонентних термінів досліджували Л. Малевич [6], Л. Мосієвич [7], [8] та інші.

Особливу складність становлять багатокомпонентні терміни, до складу яких входять три, чотири й більше компонентів. Основною метою перекладу таких термінів є не буквальне відтворення форми, а передача змісту з урахуванням нормативних, професійних і мовних особливостей української мови [4]. Нижче розглянемо основні способи перекладу англомовних термінів з виробничого травматизму українською мовою:

1. Дослівний переклад. Використовується у випадках, коли структура та значення терміна збігаються у двох мовах: *protective gloves – захисні рукавички.*

2. Зміна порядку слів при перекладі. Через відмінності у синтаксисі обох мов переклад здійснюється шляхом інверсії компонентів: *Accident investigation – розслідування нещасного випадку. Safety protocol – протокол безпеки.*

Цей спосіб також є характерним для двокомпонентних термінів, у яких присутні назви органів тіла: *head injury – травма голови, back injury – травма спини.* Такий підхід відповідає структурі української мови та сприяє кращому розумінню змісту.

3. Описовий переклад. Даний метод застосовується при відсутності точного відповідника або при необхідності пояснення значення терміна [5].

Lockout/tagout procedure – процедура знеструмлення та маркування обладнання для уникнення запуску, Near miss – інцидент, що міг призвести до травми, але обійшлося без наслідків.

4. Введення прийменника. У процесі перекладу додаються граматичні елементи для логічного та структурного узгодження з нормами української мови: *Health risks – ризики для здоров'я.*

5. Вилучання слова за рахунок словоскладання в українській мові. Українська мова часто дозволяє утворити компактні терміни без втрати змісту: *Fire extinguisher – вогнегасник.*

6. Додавання слова або слів. Такий спосіб використовується для розкриття прихованих значень або уточнення поняття: *Hazard control – контроль за небезпечними виробничими факторами, Safety measures – заходи безпеки на виробництві.* У наведених прикладах переклад розширює зміст за рахунок додаткових лексем.

7. Зміна числа. Під час перекладу може змінюватися форма однини/множини залежно від мовної норми або контексту: *Incident prevention progress – прогрес у запобіганні інцидентам.*

8. Конкретизація: *Ear protection – протишумові навушники*. Український відповідник уточнює тип захисту та конкретний засіб.

Загалом, розбіжності в структурі термінів на граматичному рівні не перешкоджають досягненню еквівалентності перекладу. Серед основних способів перекладу ми виокремили дослівний переклад, граматичні трансформації додавання та вилучення, описовий переклад, конкретизацію.

Таким чином, переклад термінології з виробничого травматизму є не лише мовним процесом, а й елементом професійної відповідальності перекладача. Застосування різноманітних лексико-граматичних трансформацій дозволяє забезпечити точність, зрозумілість та відповідність фаховим стандартам у сфері охорони праці. Рекомендується під час перекладу

багатокомпонентних термінів у сфері виробничого травматизму поєднувати дослівний переклад із лексико-граматичними трансформаціями, щоб забезпечити точність, зрозумілість і відповідність фаховим нормам української мови.

Список використаних джерел

1. Борисова Л. І. Основні проблеми науково-технічного перекладу. Київ. 2003. 208 с.
2. Білозерська Л. П. Термінологія та переклад : навч. посіб. Вінниця. 2010. 232 с.
3. Бережна М. В., Лозовська К. О. Етапи перекладу термінів та професіоналізмів (на матеріалі текстів металургійної тематики). *Science and Education a New Dimension. Philology. VIII (72).* 2020. Issue 241. P. 7–20.
4. Карабан В. І. Переклад англомовної наукової і технічної літератури. Граматичні труднощі, лексичні, термінологічні та жанрово-стилістичні проблеми. Вінниця. 2004. 576 с.
5. Коптілов В.В. Теорія і практика перекладу : навч. посіб. Київ : Юніверс, 2002. 208 с.
6. Малевич Л. Д. Багатокомпонентні термінологічні одиниці і проблема їх кодифікації. *Українська термінологія і сучасність*. Київ. 2009. Вип. VIII. С. 35–38.
7. Мосієвич Л. В. Труднощі перекладу англомовних багатокомпонентних термінів з машинобудування українською мовою. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика*. 2022. № 33(72). С. 5–8. DOI: https://doi.org/10.32782/2710-4656/2022.5.2/06.
8. Мосієвич Л. В. Переклад багатокомпонентних термінів з охорони праці англійською мовою. *Філологія: сучасний погляд на вивчення актуальних проблем :* матеріали міжнарод. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 19–20 лют. 2021 р. Запоріжжя : Класичний приватний університет, 2021. С. 42-44.

УДК 624.012.45:658.382

Поночовний Дмитро
здобувач вищої освіти
Фостащенко Олена Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури
Запорізький національний університет

ПРОЄКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД З УРАХУВАННЯМ ДІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ

Актуальність. Забезпечення безпечної та надійної експлуатації промислових будівель і споруд має прямий вплив на охорону здоров’я працівників, збереження навколишнього середовища, зменшення аварійних

витрат і підвищення ефективності виробництва. Проєктування з урахуванням небезпечних факторів сприяє оптимізації життєвого циклу споруди, зменшенню ремонтів, підвищенню стійкості до надзвичайних ситуацій, таким чином відповідає задачам сталого розвитку.

Аналіз досліджень. Проєктування промислових будівель і споруд є важливим етапом у розвитку інфраструктури та промисловості. Однією з основних задач інженерів при створенні таких об'єктів є забезпечення їх безпеки та стійкості до дії різноманітних небезпечних факторів, таких як природні катаклізми, техногенні аварії, пожежі, вибухи та інші. Протягом багатьох років вивчення небезпечних факторів і методів їх впливу на конструкції дозволяє створювати ефективні механізми захисту, які гарантують безпеку для людей та збереження виробничих потужностей [1].

Промислові будівлі і споруди повинні бути запроєктовані з урахуванням природних небезпек, таких як землетруси, вітрові навантаження, снігові навантаження, затоплення і інші стихійні лиха [2, 3].

Метою дослідження є формування теоретичних засад щодо проєктування промислових споруд з урахуванням комплексного впливу небезпечних факторів, таких як: пожежі, вибухи, сейсмічні навантаження, техногенні аварії, екстремальні кліматичні умови, з метою підвищення конструктивної стійкості, зниження рівня ризику аварій та забезпечення безпечних умов праці.

Основний текст. Основним завданням при проєктуванні промислових будівель і споруд є застосування інженерних рішень, які дозволяють зменшити ризики від негативного впливу небезпечних факторів. Для цього використовуються спеціалізовані конструктивні рішення, такі як підсилення фундаментів для забезпечення стійкості під час землетрусів, вибір вогнестійких матеріалів для стін та покрівлі, монтаж захисних бар'єрів від вибухових хвиль.

До техногенних факторів відносяться можливі аварії на виробництві, які можуть призвести до пожеж, вибухів, викидів небезпечних речовин тощо. Проєктування промислових об'єктів передбачає створення відповідних систем безпеки, таких як автоматичні системи пожежогасіння, вентиляції, аварійного освітлення, а також врахування характеристик матеріалів, що використовуються, на їх стійкість до високих температур та інших небезпек.

Промислові будівлі і споруди можуть піддаватися механічним навантаженням від обладнання, транспорту, а також динамічним силам, що виникають під час виробничих процесів. Врахування цих факторів є важливим для забезпечення стабільності конструкцій і запобігання їх руйнуванню в результаті перевантаження.

Матеріали, що використовуються для будівництва промислових споруд, повинні відповідати високим стандартам міцності, стійкості до вогню та корозії, а також мати здатність витримувати екстремальні умови, що виникають під час аварійних ситуацій. Це важливо для забезпечення довговічності конструкцій і зменшення витрат на їх обслуговування.

Проєктування промислових будівель і споруд також передбачає проведення аналізу ризиків, що включає можливі аварії та катастрофи. На основі цього аналізу розробляються плани дій у разі надзвичайних ситуацій, що

включають евакуацію, захист персоналу, дії в разі пожежі, вибуху, хімічних витоків тощо.

Для підприємств, де є висока ймовірність техногенних аварій, наприклад, хімічних чи нафтових заводів, використовують спеціальні технології для контролю за безпекою виробничих процесів. Це можуть бути системи аварійного вимикання обладнання, автоматичні системи гасіння пожеж, а також спеціальні інженерні рішення, що забезпечують герметичність і безпеку при транспортуванні небезпечних речовин.

Висновки і рекомендації. Проєктування промислових будівель і споруд з урахуванням дії небезпечних факторів є важливою складовою створення безпечної та ефективної інфраструктури. Врахування природних та техногенних ризиків, використання новітніх матеріалів і технологій, а також розробка заходів для мінімізації наслідків аварій дозволяють створювати надійні та стійкі об'єкти, які можуть працювати в умовах високих ризиків. Однак для цього необхідна постійна модернізація підходів до проєктування з урахуванням нових наукових досліджень та технологічних досягнень.

Список використаних джерел

1. Скрипник О. С., Іващенко М. Ю. Безпека експлуатації будівель та споруд : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 106 с.

2. ДБН В.1.1-24:2009. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування. [Чинний від 01.07.2010]. Київ : Мінрегіонбуд України, Укрархбудінформ, 2010. 69 с.

3. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. [Чинний від 01.10.2014]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 110 с.

УДК 628.8:614.8

Черниш Катерина Андріївна
здобувач вищої освіти
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
Добровольська Оксана Григорівна
к.т.н., доцент, доцент кафедри міського будівництва і архітектури

МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ТА ОБЛАДНАННЯ ПАРКІНГІВ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ

Актуальність роботи. У сучасних умовах урбанізації та інтенсифікації транспортних потоків підземні та багаторівневі паркінги є важливими об’єктами міської інфраструктури, що потребують високих стандартів безпеки. Забезпечення цивільної безпеки, протипожежного захисту, належних умов праці персоналу та безпечного перебування користувачів є головним завданням при їх проєктуванні та експлуатації. Інтеграція інженерних систем паркінгів з системами моніторингу ризиків, автоматичного оповіщення та управління

евакуацією є пріоритетом для європейських країн. В Україні необхідна модернізація таких систем з урахуванням міжнародного досвіду, сучасних вимог екологічної та техногенної безпеки. Актуальність дослідження полягає у впровадженні сучасних технологічних рішень для систем вентиляції, освітлення, пожежогасіння, електропостачання, щоб знизити ризики аварійних ситуацій, забезпечити енергоощадження та збільшити рівень безпеки праці та захисту населення.

Аналіз останніх досліджень. Результати досліджень у сфері модернізації інженерного обладнання та систем забезпечення паркінгів підтверджують актуалізацію проблематики до підвищення рівня техногенної та цивільної безпеки. Значна увага приділяється впровадженню інтелектуальних систем моніторингу, автоматизації процесів управління та цифровізації простору паркування. Так, у роботі [1] розглянуто перспективи застосування автоматизованих систем пошуку та бронювання місць для паркування, що дозволяє мінімізувати ризики виникнення заторів та аварійних ситуацій у міських умовах.

Фахівці [2] розробили інформаційну систему, яка інтегрує датчики контролю стану повітря, температури, вологості та рівня заповненості паркінгу, що дає змогу вчасно виявляти потенційно небезпечні умови для користувачів та персоналу.

Дослідження [3] підкреслює важливість поєднання автоматизованих систем управління з технологіями контролю мікроклімату, пожежної безпеки та зниження енергоспоживання, що є необхідною умовою для забезпечення охорони праці та запобігання надзвичайним ситуаціям.

У роботі [4] представлено прототип системи з елементами комп’ютерного зору, яка здійснює розпізнавання стану паркувальних зон і водночас аналізує рівень запиленості та концентрацію шкідливих газів. Це створює основу для інтеграції екологічного моніторингу в систему безпеки паркінгу.Попри суттєві успіхи у сфері цифровізації, питання модернізації інженерних систем: вентиляції, пожежогасіння, освітлення та енергопостачання залишаються актуальними. Їх технічне вдосконалення є головним чинником підвищення безпеки експлуатації, зменшення ризику техногенних інцидентів і створення безпечних умов праці відповідно до європейських стандартів.

Метою роботи є розроблення напрямів модернізації інженерних систем та обладнання паркінгів з урахуванням вимог цивільної безпеки, охорони праці та міжнародного досвіду, спрямованих на підвищення рівня техногенної стійкості, енергоефективності та безпеки експлуатації підземних і наземних паркінгів.

Основним завданням таких систем є своєчасне та ефективне видалення токсичних продуктів горіння – диму, чадного газу та інших небезпечних газоподібних сполук, які утворюються під час пожежі або внаслідок роботи двигунів внутрішнього згоряння. Результати експериментальних та аналітичних досліджень свідчать, що понад 70–80 % смертельних випадків при пожежах у закритих приміщеннях спричинені саме отруєнням чадним газом. Через це вентиляційні системи в таких будівлях повинні не лише забезпечувати

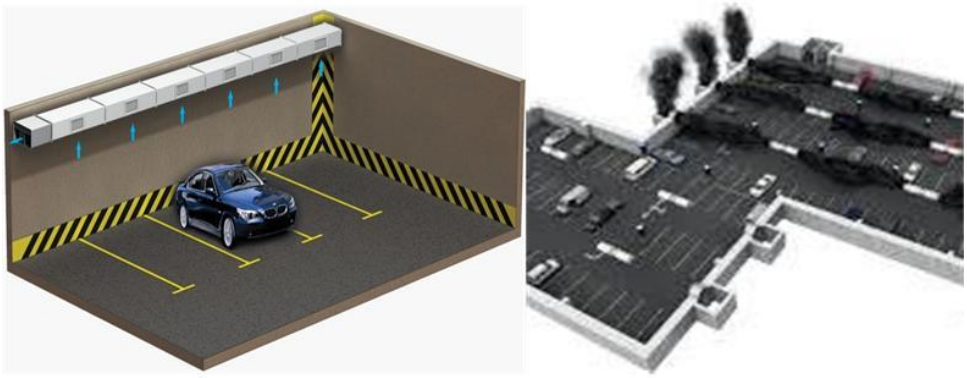
комфортний мікроклімат, але й виконувати захисну функцію, запобігаючи накопиченню небезпечних речовин.

Для підземних і закритих будівель паркінгів доцільним є застосування припливно-витяжних систем із контрольованим режимом повітрообміну. Такі системи дозволяють підтримувати концентрації шкідливих домішок в межах гранично допустимих норм і зменшувати ризики отруєнь персоналу та користувачів. Важливо забезпечувати рівномірний розподіл припливного та витяжного повітря по висоті приміщення, що сприяє більш ефективному видаленню важких газів із нижніх зон.

Сучасні тенденції у проєктуванні паркінгів передбачають впровадження інтелектуальних систем керування вентиляцією, які автоматично регулюють інтенсивність роботи обладнання залежно від фактичного навантаження, показників датчиків концентрації CO, температури та вологості. Це не лише підвищує рівень безпеки, а й забезпечує енергоефективність і скорочення експлуатаційних витрат.

Струменеві вентиляційні системи (рис. 1, фрагмент А) є одним із найефективніших рішень для підземних паркінгів. Вони поєднують компактність, гнучкість в розміщенні обладнання та можливість швидкого видалення диму при пожежі. Такі системи легко поєднуються із загальною системою інженерного забезпечення будівлі та дозволяють реалізувати зональне регулювання повітрообміну, суттєво підвищують рівень пожежної безпеки завдяки можливості своєчасного відведення диму та продуктів горіння при пожежі (рис.2, фрагмент Б).

Використання енергоощадних вентиляторів із частотним регулюванням сприяє зниженню витрат електроенергії та адаптації системи до реальних умов експлуатації.



А) Б)

Рисунок 1 – Вентиляційна система для підземного паркінгу

Автоматизація роботи вентиляційних систем у складі комплексної системи керування будівлею дозволяє здійснювати централізований моніторинг, прогнозування аварійних ситуацій і забезпечувати відповідність сучасним стандартам цивільного захисту, екологічним та санітарним вимогам.

Висновки та рекомендації. Системи вентиляції є одним із головних елементів забезпечення цивільної безпеки та охорони праці під час експлуатації підземних і багаторівневих паркінгів. Найбільшу небезпеку для користувачів становлять продукти згоряння, зокрема чадний газ, концентрація якого може швидко зростати в умовах недостатньої вентиляції. Застосування припливно-витяжних та струменевих вентиляційних систем дозволяє ефективно видаляти забруднене повітря, підтримувати нормативні концентрації шкідливих речовин і підвищувати пожежну безпеку об'єктів. Впровадження інтелектуальних систем керування вентиляцією з використанням датчиків контролю якості повітря та частотного регулювання сприяє енергоощадженню та підвищенню ефективності експлуатації інженерних мереж.

Список використаних джерел

1. Smart Real-Time Parking Control and Monitoring System / A.O. Elfaki, W. Messoudi, A. Bushnag et al. *Sensors*. 2023. Vol. *23*(24). Article 9741. URL: https://www.mdpi.com/1424-8220/23/24/9741.
2. IoT-Enabled Smart Car Parking System through Integrated Sensors and Mobile Applications / A. Mamun., A. Hasib, S. M. Mussa et al. URL: https://arxiv.org/abs/2412.10774.
3. Wang Z., Xue Zhou X, Zhu X., Liu J. Numerical Simulation of the Ventilation and Fire Conditions in an Underground Garage with an Induced Ventilation System. *Buildings.* 2023. 13(8). Article 2074. DOI:10.3390/buildings13082074. URL: https://surl.li/abnimm.
4. Faramarzi A., Lee J., Heidarinejad M. Assessing ventilation control strategies in underground parking garages. *Building Simulation*. 14(1). DOI: 10.1007/s12273-020-0677-3. URL: https://surl.li/faqiqa.

УДК 697.9

Щетніков Валентин Олексійович
здобувач вищої освіти спеціальності 263 «Цивільна безпека»
Бєлоконь Каріна Володимирівна
к.т.н., доц., заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

ВЕНТИЛЯЦІЯ У РОБОЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ: СУЧАСНІ ВИМОГИ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

У сучасному світі, де значна частина населення, зокрема в Україні, проводить більшу частину свого робочого часу в закритих приміщеннях, питання забезпечення якісної вентиляції набуває виняткової важливості. Недостатньо ефективна вентиляція може призводити до накопичення шкідливих речовин, таких як вуглекислий газ (CO_2), пил, хімічні випари, а також до надмірної вологості чи, навпаки, сухості повітря, що провокує

розвиток синдрому «хворого будинку». Цей синдром проявляється у формі головних болів, подразнення слизових оболонок, зниження концентрації уваги та загальної втоми. Особливо актуальною ця проблема є для промислових підприємств, лабораторій, офісних центрів з відкритим плануванням, адміністративних будівель та приміщень з великою кількістю електронної техніки, де тепловиділення від обладнання та людей створюють додаткове навантаження на системи вентиляції. В умовах енергетичної кризи та зростання вартості енергоносіїв, неефективні системи вентиляції не тільки шкодять здоров'ю, але й призводять до значних економічних втрат через надмірне споживання електроенергії та тепла. Крім того, з урахуванням глобальних тенденцій до сталого розвитку та вимог європейських стандартів, таких як Директива Європейського Парламенту і ради про енергетичні характеристики будівель [1], удосконалення вентиляційних систем стає невід'ємною частиною модернізації робочих приміщень. В Україні ця проблема посилюється через застарілу інфраструктуру багатьох підприємств, де системи вентиляції, спроектовані десятиліттями тому, не відповідають сучасним санітарним і енергетичним нормам, що призводить до зростання професійних захворювань органів дихання, алергічних реакцій та хронічної втоми серед працівників. Таким чином, вивчення шляхів підвищення ефективності вентиляції в робочих приміщеннях є не тільки науково-практичним завданням, але й соціально-економічною необхідністю для забезпечення здоров'я нації та конкурентоспроможності економіки.

Нормативна база України, зокрема ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [2] та ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [3], встановлює мінімальні вимоги до повітрообміну, параметрів мікроклімату та безпеки систем, але часто не повністю враховує сучасні технології, такі як автоматизоване регулювання чи рекуперацію енергії. Останніми роками дослідження зосереджуються на впровадженні систем персоналізованої вентиляції, гібридних систем (природна + механічна) та пристроїв з високим коефіцієнтом корисної дії рекуперації тепла, що дозволяють оптимізувати енергоспоживання без шкоди для якості повітря. Ці тенденції відображають перехід від статичних систем до динамічних, адаптивних рішень, які враховують змінні фактори, такі як кількість людей у приміщенні, рівень забруднень та зовнішні кліматичні умови.

Згідно з ДБН В.2.5-67:2013 [2], системи вентиляції в робочих приміщеннях повинні забезпечувати загальнообмінну та аварійну вентиляцію, повітряне опалення, кондиціонування та охолодження, з урахуванням вимог до енергоефективності та безпеки. Норми встановлюють вимоги до організації повітрообміну, де мінімальна витрата зовнішнього повітря та приливного повітря розраховується за додатками Х та Ф [2], враховуючи об'єм приміщення, кількість людей, рівень забруднень та тепловиділень. Наприклад, для виробничих приміщень норми мікроклімату деталізуються в додатку Е [2], де вказуються параметри температури, вологості та швидкості руху повітря залежно від типу робіт, а коефіцієнти переходу швидкості повітря – в додатку Ж [2]. Розрахункові методи (додаток Ф [2]) дозволяють визначати необхідний

повітрообмін, наприклад, для офісних приміщень – не менше 20–30 м³/год на людину, а для промислових – з урахуванням видалення шкідливих речовин. Системи повинні включати забирання та викид повітря, обладнання та повітроводи з вогнестійкими матеріалами (додатки Ц та Ш [2]), а також заходи енергоефективності, такі як ізоляція повітроводів та автоматизація. Крім того, вентиляція за потребою, регулююча витрату повітря залежно від реальних навантажень (наприклад, за датчиками CO_2 чи вологості), інтегрується з розрахунковими методами, дозволяючи адаптувати систему до змінної кількості людей чи процесів, що особливо корисно в робочих приміщеннях з нестабільним графіком.

Доповнюючи це, ДСН 3.3.6.042-99 [3] деталізує санітарні норми мікроклімату, поділяючи їх на оптимальні та допустимі значення для різних категорій робіт (легкі Іа та Іб, середньої важкості ІІа та ІІб, важкі ІІІ) та сезонів (холодний та теплий періоди). Оптимальні умови для холодного періоду: температура 22-24 °С для легких робіт Іа з вологістю 40-60 % та швидкістю повітря 0,1 м/с; для важких ІІІ – 16-18 °С з швидкістю 0,3 м/с. У теплому періоді: 23–25 °С для Іа та 18-20 °С для ІІІ. Допустимі значення дозволяють ширші діапазони, наприклад, для легких робіт Іа в теплий період – 22-28 °С на постійних місцях з вологістю до 55 % при 28 °С та швидкістю 0,1-0,2 м/с. Перепади температури по висоті не повинні перевищувати 3 °С, а інтенсивність теплового опромінення – 35-100 Вт/м² залежно від площі опромінення. Вентиляція відіграє ключову роль у підтримці цих параметрів: природна аерація через ліхтарі та шахти видаляє надлишкове тепло, механічна загальнообмінна вентиляція забезпечує повітрообмін у великих приміщеннях, місцева витяжна – локалізує забруднення, а системи кондиціонування регулюють температуру в замкнених зонах. Для покращення ефективності пропонується комбінувати ці методи з теплоізоляцією поверхонь, повітряними завісами для захисту від холоду та душуванням при високому опроміненні (швидкість 1-3,5 м/с). При модернізації систем вентиляції рекомендується впроваджувати гібридні рішення, децентралізовані припливно-витяжні установки з рекуперацією та автоматизоване регулювання, що знижує енергоспоживання на 40 % та забезпечує дотримання норм без перерв у роботі.

Підсумовуючи проведений аналіз, можна стверджувати, що сучасні нормативні вимоги до вентиляції в робочих приміщеннях, закріплені в ДБН В.2.5-67:2013 [2] та ДСН 3.3.6.042-99 [3], створюють солідну основу для забезпечення санітарних норм мікроклімату, але потребують активного впровадження енергозберігаючих технологій для підвищення ефективності. Традиційні системи часто працюють у стаціонарному режимі, що призводить до надмірного енергоспоживання та недостатньої адаптації до реальних умов, тоді як запропоновані заходи, такі як рекуперація тепла, вентиляція за потребою з датчиками CO_2 та гібридні системи, дозволяють оптимізувати повітрообмін, зменшити витрати на 35-45 % та підтримувати оптимальні параметри (температура 18-25 °С, вологість 40-60 %, швидкість 0,1-0,4 м/с залежно від робіт). У підсумку, ефективна вентиляція не тільки запобігає

професійним захворюванням і підвищує продуктивність, але й сприяє екологічній стійкості. Рекомендується:

1) при проектуванні та реконструкції впроваджувати автоматизовані системи з рекуперацією для економії ресурсів;

2) регулярно проводити вимірювання мікроклімату для верифікації норм;

3) комбінувати природну та механічну вентиляцію з локальними рішеннями для специфічних приміщень;

4) проводити економічний аналіз, де ефект від модернізації може сягати 180-220 тис. грн на рік на типовому об'єкті за рахунок зниження витрат на енергію.

Загалом, такі підходи перетворять вентиляцію з витратної статті на інвестицію в здоров'я та ефективність.

Список використаних джерел

1. Директива Європейського Парламенту і Ради від 19 травня 2010 року про енергетичні характеристики будівель.
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.
3. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

СЕКЦІЯ 3 «ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ ЯКОСТІ ISO 14001»

УДК 338.2

Безверхий Ігор Анатолійович
здобувач PhD 3-го року навчання,
Воронкова Валентина Григорівна
д. філос. н., професор, завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

СУЧАСНІ ПЛАТФОРМИ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ У МЕНЕДЖЕНТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Актуальність дослідження. Стрімка цифровізація економіки зумовлює зростання обсягів даних, що генеруються під час розробки програмного забезпечення. Традиційні підходи до управління проєктами вже не забезпечують достатнього рівня прозорості та контролю. Тому сучасні IT-компанії переходять до **data-driven management** – моделі управління, де рішення базуються на системному аналізі даних.

Ключовим елементом такої моделі стають **платформи бізнес-аналітики (Business Intelligence, BI)**, які дозволяють інтегрувати, обробляти та візуалізувати інформацію з різних джерел, що безпосередньо впливають на процеси розробки ПЗ [1].

Мета та завдання дослідження. Метою є визначення можливостей сучасних BI-платформ (Microsoft Power BI, Tableau, Qlik Sense, Looker, Domo) у підвищенні ефективності процесів управління розробкою ПЗ.

Основні завдання дослідження:

- з’ясувати роль BI у моніторингу показників розробки;
- провести порівняльний аналіз найпоширеніших платформ;
- навести приклади практичного впровадження BI-рішень в IT-компаніях України та Європи;
- визначити основні переваги й проблеми використання BI у розробці програмних продуктів [2], [5].

Основна частина. BI-системи забезпечують збір і аналіз даних із таких джерел, як Jira, GitHub, Jenkins, CRM-системи, системи обліку часу тощо. Вони дозволяють об’єднати технічні метрики (Defect Rate, Cycle Time, Deployment Frequency) із бізнес-показниками (вартість задачі, утилізація ресурсів, задоволеність клієнтів) [3].

Power BI вирізняється гнучкістю налаштувань, низькою вартістю володіння та зручною інтеграцією з Microsoft Azure DevOps. **Tableau** переважає у сфері прогнозної аналітики, забезпечує інтерактивну візуалізацію даних через VizQL [1]. **Qlik Sense** реалізує асоціативну модель даних, що прискорює

аналітику великих обсягів інформації [4]. **Looker (Google Cloud)** орієнтований на проєкти з розподіленими командами, а **Domo** – на централізовану корпоративну аналітику [6].

Таблиця 1 – Порівняльні характеристики BI-платформ

Платформа	**Тип розгортання**	**Інтеграція з DevOps**	**Прогнозна аналітика**	**Цінова політика**
Power BI	Cloud / On-premise	Azure DevOps, Jira	AutoML, Q&A	Доступна
Tableau	Cloud / Server	Jira, GitLab	Forecast, VizQL	Висока
Qlik Sense	Cloud / On-premise	Jenkins, Jira	Insight Advisor	Висока
Looker	Cloud	GCP, GitHub	Forecasting Models	Середня
Domo	Cloud	Jira, AWS	Magic ETL	Висока

Практичне застосування в IT-компаніях. Українські компанії **SoftServ** і **EPAM Systems** інтегрували BI-рішення у свої процеси DevOps та Agile.

- У **SoftServe**, завдяки Power BI, звітність скорочено на 65 %, а продуктивність команд зросла на 18 % [2].
- **EPAM Systems**, використовуючи Tableau, зменшила середній *Lead Time for Changes* на 30 % [3].
- **Luxoft** застосовує Qlik Sense для аналітики automotive-проєктів, підвищивши точність прогнозів на 25 % [4].

Європейські IT-компанії, зокрема **Siemens Digital Industries** і **Revolut**, активно використовують Looker та Tableau для прогнозної аналітики [6], [7]. У компанії **Spotify** BI-система Domo інтегрована з Agile-моделлю Squad Health Check, що дозволило скоротити цикл *idea-to-release* на 20 % [7].

Результати та висновки.

- BI-платформи забезпечують інтеграцію даних між технічними та управлінськими системами, сприяючи переходу до аналітичного управління розробкою [1], [8].
- Використання BI підвищує прозорість процесів, покращує планування ресурсів і якість релізів.
- Основні проблеми впровадження: відсутність культури роботи з даними, складність інтеграцій та висока вартість ліцензій для середніх підприємств.
- Найрезультативніший підхід – поетапне введення BI у форматі **MVP (minimum viable analytics)**.

Таким чином, BI-інструменти стають невід'ємною частиною цифрової трансформації IT-бізнесу, формуючи культуру прийняття рішень, що базується на доказовій аналітиці [9].

Ключові слова: бізнес-аналітика, Power BI, Tableau, Qlik Sense, Looker, Domo, DevOps, Agile, аналітика розробки, управління IT-проєктами.

Список використаних джерел

1. Gartner. Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms2024. URL: https://www.gartner.com/en/documents/4639743.
2. SoftServe. Data & Analytics Report 2024. Львів, 2024. URL: https://www.softserveinc.com/en-us/data-analytics-report.
3. EPAM Systems. Power BI Implementation Case Study. Warshawa, 2023. URL: https://www.epam.com/our-work/powerbi-case-study.
4. Luxoft. Qlik-Based Analytics in Automotive Projects. Київ, 2023. URL: https://www.luxoft.com/insights/qlik-automotive-analytics.
5. Siemens Digital Industries. Looker for DevOps Insights. Btrlin, 2024. URL: https://siemens.com/looker-devops.
6. Revolut. Engineering Analytics at Scale. Lodon, 2023. URL: https://www.revolut.com/engineering/analytics-at-scale.
7. Spotify Engineering. Squad Health Check with Domo. Stokholm, 2022. URL: https://engineering.atspotify.com/2022/05/squad-health-check-domo.
8. Howson C. Successful Business Intelligence: Unlock the Value of BI & Big Data. 2nd ed. McGraw-Hill, 2013. 368 c. DOI: 10.1036/007180918X.
9. Вовк О. Б. Бізнес-аналітика в управлінні IT-проєктами. *Економіка та суспільство*. 2022. № 38. С. 211–216. DOI: 10.32782/2524-0072/2022-38-35.

УДК 658.012.4:005.35

Безверхий Ігор Анатодійович
здобувач PhD спеціальності 073 «Менеджмент»»,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ

ІННОВАЦІЙНІ КОНЦЕПЦІЇ МЕНЕДЖМЕНТУ 3.0: ГНУЧКІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ТУРБУЛЕНТНОСТІ

Сучасні умови глобальної турбулентності, спричинені війнами, економічними кризами, технологічними проривами та прискореною цифровізацією, вимагають від управлінських систем нових підходів до організації діяльності. Традиційні моделі менеджменту, засновані на жорстких ієрархічних структурах, втрачають ефективність у середовищі, де домінують швидкі зміни, невизначеність і складність. У цьому контексті концепція менеджменту 3.0 набуває особливої актуальності як інноваційна парадигма, що інтегрує принципи гнучкості, самоорганізації, лідерства через довіру, креативності та децентралізації рішень. Вона відображає еволюцію управління від контролю до фасилітації, від директивного стилю до партнерського співробітництва. Концептуалізація менеджменту 3.0 ґрунтується на синтезі ідей

agile-менеджменту, системного мислення, поведінкової економіки та цифрової культури, що відкриває нові горизонти для розвитку організацій в умовах турбулентності. Таким чином, дослідження інноваційних концепцій менеджменту 3.0 є надзвичайно важливим для формування адаптивних управлінських стратегій, здатних забезпечити стійкість, гнучкість і конкурентоспроможність сучасних підприємств. Звісно.

Agile – це філософія управління, заснована на принципах адаптивності, співпраці та швидкого реагування на зміни. У менеджменті 3.0 цей підхід означає, що замість жорсткого планування організація діє за принципом «плануй–роби–перевіряй–коригуй», створюючи гнучкі команди, які самостійно приймають рішення і швидко пристосовуються до нових умов. Agile формує культуру постійного навчання, експериментів і вдосконалення. Lean-підхід (ощадливе управління). Lean передбачає усунення всього зайвого, що не створює цінності для клієнта. Це філософія ефективності, коли ресурси, процеси й час використовуються максимально раціонально. У межах менеджменту 3.0 lean-методологія поєднується з цифровими технологіями, дозволяючи зменшити втрати, оптимізувати процеси і підвищити якість управлінських рішень навіть у кризових ситуаціях. Design Thinking (дизайн-мислення). Цей підхід орієнтується на глибоке розуміння потреб людини – працівника, клієнта, партнера. У менеджменті 3.0 він допомагає створювати людиноцентричні рішення, розвивати креативність і формувати інноваційні стратегії. Design Thinking поєднує етапи емпатії, ідеації, прототипування і тестування, що сприяє швидкому пошуку оптимальних управлінських рішень.

Teal Management (бірюзові організації). Це модель самоорганізованих систем, у яких немає жорсткої ієрархії. Рішення приймаються спільно, відповідальність розподіляється між членами команди. Менеджмент 3.0 переймає від Teal-філософії цінності довіри, автономії, спільної мети та прозорості – усе це забезпечує стабільність і стійкість у нестабільному середовищі. Системний підхід. Організація розглядається як жива система, у якій усі елементи взаємопов’язані. Зміна в одній частині впливає на всю структуру. Менеджмент 3.0 застосовує системне мислення для розуміння складних взаємозв’язків між людьми, процесами, технологіями та зовнішнім середовищем – це дозволяє передбачати ризики і адаптуватися до змін. Coaching Leadership (коучингове лідерство).У центрі – не контроль, а підтримка і розвиток потенціалу працівників. Лідер стає наставником, який мотивує команду, допомагає формулювати цілі та досягати їх самостійно. Такий підхід підсилює відповідальність, ініціативу й залученість персоналу. Holacracy (холакратія). Це децентралізована система управління, у якій влада розподілена між ролями, а не посадами. Команди працюють автономно, але координовано, що підвищує швидкість прийняття рішень і знижує бюрократію. Менеджмент 3.0 використовує елементи холакратії для створення гнучких організаційних структур, які можуть змінюватися разом із ринком [1].

Менеджмент 3.0 – це інтегративна концепція, що об’єднує всі ці підходи для формування адаптивних, інноваційних і людиноцентричних організацій, здатних ефективно діяти в умовах невизначеності та турбулентності

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця гнучких підходів менеджменту 3.0

Підхід	Сутність	Ключові принципи	Переваги для управління в умовах турбулентності
Agile-менеджмент	Гнучке управління проєктами, що базується на ітеративних процесах і співпраці команд	Адаптивність, командність, зворотний зв'язок, постійне вдосконалення	Швидке реагування на зміни, підвищення ефективності команд, мінімізація ризиків невизначеності
Lean-менеджмент	Система ощадливого виробництва, спрямована на усунення втрат і створення цінності для клієнта	Раціональність, ефективність, мінімізація витрат, безперервне вдосконалення (Kaizen)	Зниження витрат у кризових умовах, оптимізація процесів, підвищення конкурентоспроможності
Design Thinking (дизайн-мислення)	Людиноцентричний підхід до вирішення проблем через емпатію, творчість і експерименти	Орієнтація на користувача, креативність, прототипування, тестування	Розроблення інноваційних рішень, швидка адаптація до потреб ринку та споживачів
Teal Management (бірюзові організації)	Модель самоорганізованих систем із колективним прийняттям рішень	Самоорганізація, довіра, ціннісне лідерство, цілісність особистості	Гнучкість, підвищення мотивації та відповідальності персоналу, зменшення управлінських ризиків
Системний підхід	Розгляд організації як цілісної системи з взаємопов'язаними елементами	Взаємозв'язок, цілісність, динамічна рівновага, передбачуваність	Здатність бачити складні взаємозалежності, прогнозування ризиків, стабілізація у кризі
Coaching Leadership (коучингове лідерство)	Стиль управління, що зосереджується на розвитку потенціалу співробітників	Підтримка, довіра, мотивація, партнерство	Підвищення залученості та самостійності працівників, розвиток командного потенціалу
Holacracy (холакратія)	Децентралізована модель управління, де влада розподілена між ролями, а не посадами	Автономність, прозорість, розподіл ролей, гнучкість структур	Прискорення прийняття рішень, зменшення бюрократії, висока адаптивність до змін

Гнучкі підходи менеджменту 3.0 формують нову управлінську парадигму, орієнтовану на людину, адаптивність, інноваційність і ціннісну взаємодію. Їх поєднання створює основу для розвитку організацій, здатних виживати та процвітати в умовах турбулентності, криз і швидких техноогічних змін.

Практичне значення дослідження. 1. Розроблені теоретичні положення можуть бути використані для модернізації системи управління підприємствами різних галузей з метою підвищення їх стійкості, ефективності та інноваційної спроможності. 2. Запропоновані підходи сприяють формуванню нової культури управління, орієнтованої на самоорганізацію, командну взаємодію та розвиток людського капіталу. 3. Результати дослідження можуть бути впроваджені у практику стратегічного менеджменту, HR-менеджменту, корпоративного розвитку, а також у діяльність стартапів і цифрових компаній. 4. Розроблена концепція менеджменту 3.0 може стати практичним інструментом антикризового управління, що дозволяє організаціям ефективно діяти у ситуаціях невизначеності, зберігати конкурентні позиції й стимулювати внутрішню інноваційність [2].

Список використаних джерел

1. Андрюкайтене Р., Безверхий І. А., Воронкова В. Г. Особливості використання AGILE-методології для великих проєктів: міжнародний досвід. *Сучасні перспективи розвитку обліку, фінансів, економіки, управління, права та інженерії* : матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. (5-6 груд. 2024 р., м. Запоріжжя). Запоріжжя : ЗНУ, 2024, С. 269–270.

2. Безверхий І. А., Воронкова В. Г. Використання штучного інтелекту для формування команд розробників програмного забезпечення. *Формування концепції цифрової трансформації освіти та соціально-відповідального цифрового громадянина у контексті європейського досвіду* : зб. тез доповідей Міжнарод. наук.-практ. конф., 21–22 листоп. 2024 р. Львів – Торунь : Liha-Pres, 2024. С. 33–340.

УДК 504.064.3:574.2

Вознюк Ярослав Юрійович
здобувач третього (освітньо-наукового) ступеня вищої освіти
зі спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища»
Вознюк Андрій Юрійович
здобувач першого (бакалаврського) ступеня вищої освіти
зі спеціальності «Екологія»
Національний транспортний університет

ВПРОВАДЖЕННЯ «ЗЕЛЕНИХ ОФІСІВ» І КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД

Повоєнне відновлення економіки України вимагає не лише технічної реконструкції підприємств, а й переосмислення принципів їхньої організації та управління. Одним із сучасних напрямів екологічно відповідального розвитку є впровадження концепції «зеленого офісу» – системи управління робочим середовищем, яка поєднує економічну ефективність, соціальну відповідальність і мінімізацію негативного впливу на довкілля.

В умовах післявоєнного дефіциту ресурсів, енергетичних викликів і необхідності інтеграції до європейського ринку підприємства України поступово усвідомлюють, що екологічний менеджмент є не лише засобом зниження шкідливих викидів чи енергоспоживання, а й важливим фактором конкурентоспроможності. Саме «зелені офіси» стають практичним інструментом реалізації корпоративних екологічних стратегій у повоєнний період.

Поняття «зелений офіс» охоплює сукупність організаційних, технічних і поведінкових рішень, спрямованих на раціональне використання ресурсів, скорочення відходів і створення безпечного середовища для працівників.

Основними принципами «зеленого офісу» є:

- енергоефективність – використання світлодіодного освітлення, систем автоматичного вимкнення електроприладів, енергоощадної техніки;
- раціональне використання ресурсів – зменшення споживання паперу, повторне використання матеріалів, сортування відходів;
- екологічна мобільність – заохочення працівників користуватися громадським транспортом або велосипедами;
- здорове робоче середовище – забезпечення належної вентиляції, освітлення, використання екологічних матеріалів у ремонті;
- корпоративна екологічна культура – виховання екологічно свідомої поведінки персоналу.

Впровадження цих принципів сприяє зменшенню вуглецевого сліду підприємства, оптимізації витрат і формуванню позитивного іміджу компанії як соціально відповідального суб’єкта господарювання.

Екологічний менеджмент у контексті корпоративного управління охоплює систему політик, процедур і практик, що забезпечують мінімізацію екологічних ризиків. У повоєнний період це має особливе значення, оскільки бізнес-середовище України активно трансформується, а стандарти екологічної відповідальності стають невід'ємною частиною міжнародної співпраці.

Ефективна система екологічного менеджменту дозволяє підприємствам: зменшити витрати на енергоресурси та матеріали, упорядкувати внутрішні процеси, запровадити прозорість звітності, відповідати вимогам ДСТУ ISO 14001:2015 та іншим міжнародним стандартам.

Важливо, що екологічний менеджмент не зводиться лише до технічних заходів. Це – елемент корпоративної культури, який формує нову модель поведінки працівників і менеджерів, спрямовану на збереження довкілля. Відтак «зелений офіс» стає практичною платформою реалізації цих підходів у повсякденній роботі підприємства.

Після повномасштабного вторгнення рф в 2022 році багато підприємств України були змушені змінити місце розташування, відновлювати офісну інфраструктуру або будувати її заново. Це створило унікальне вікно можливостей для впровадження принципів сталого розвитку з самого початку.

Українські компанії, особливо у сферах IT, банківських послуг та енергетики, уже почали впроваджувати стандарти «зеленого офісу». Серед практичних прикладів:

- перехід на електронний документообіг, що знижує споживання паперу на 60-80%;
- встановлення систем енергообліку та датчиків руху;
- використання еко-сертифікованих будівельних матеріалів при ремонтах;
- збір та сортування відходів, у тому числі електронних;
- створення зелених зон усередині офісів (рослини для очищення повітря).

Крім екологічного ефекту, такі рішення позитивно впливають на психологічний стан персоналу, формують відчуття причетності до відбудови країни на засадах відповідального ставлення до природи. У післявоєнний період це набуває важливого соціального значення, оскільки сприяє стабілізації колективів і зростанню довіри до підприємства.

Основними бар'єрами для поширення концепції «зелених офісів» в Україні є: обмежені фінансові ресурси підприємств у період відновлення, відсутність державних стимулів для екологічної модернізації, низький рівень екологічної культури персоналу, нестача сертифікованих консультантів та експертів у сфері екологічного менеджменту.

Втім, з іншого боку, існують вагомі стимули, які поступово зменшують ці бар'єри: наявність міжнародних грантових програм з енергоефективності та «зеленого» бізнесу, можливість отримання економічної вигоди через скорочення споживання ресурсів, зростання репутаційної цінності компаній, що дотримуються екологічних стандартів, інтеграція України до європейського простору, що передбачає дотримання принципів ESG (Environmental, Social, Governance).

Таким чином, впровадження «зелених офісів» може стати не додатковим навантаженням, а інвестицією у довгострокову стабільність і конкурентоспроможність підприємства.

Перспективним напрямом для України є створення комплексних корпоративних екологічних стратегій, які охоплюють не лише офісний простір, а й усі виробничі процеси. Система екологічного менеджменту повинна стати невід'ємною частиною стратегічного планування підприємств.

Концепція «зеленого офісу» є сучасним інструментом реалізації принципів екологічного менеджменту на рівні підприємства. У повоєнний період України вона набуває особливого значення, оскільки поєднує економічну доцільність, соціальну відповідальність і турботу про довкілля.

Впровадження «зелених офісів» сприяє: скороченню споживання енергії та ресурсів, підвищенню ефективності управління, покращенню умов праці та мікроклімату в колективах, зниженню витрат підприємства, формуванню позитивного іміджу в очах партнерів і споживачів.

Таким чином, розвиток корпоративних систем екологічного менеджменту та поширення практики «зелених офісів» є важливою складовою екологічного відновлення України і кроком до сталого майбутнього в поствоєнній економіці.

Список використаних джерел

1. Державна стратегія екологічної політики України на період до 2030 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 18.04.2019 № 391.
2. Андрусевич А. О. Екологічний менеджмент: теорія та практика. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2021. 264 с.
3. Гаврилюк Л. В. Сучасні підходи до впровадження екологічного менеджменту на підприємствах України. *Економіка та управління підприємствами*. 2022. № 3(45). С. 112–118.
4. Коваль С. М. Екологічна безпека та відновлення промислових підприємств у післявоєнний період. *Наукові записки НТУУ «КПІ».* 2023. Т. 15. С. 54–61.

УДК 005.95

Дуюн Олеся Дмитрівна
здобувач вищої освіти
спеціальності промисловий менеджмент
Воронкова Валентина Григорівна
д. ф. н. завідувач кафедри управління та адміністрування,
Академік Української академії політичних наук,
Академік академії наук вищої освіти України
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету, м. Запоріжжя

ВИДИ МЕНЕДЖМЕНТУ: ФУНКЦІОНАЛЬНА ТА ГАЛУЗЕВА СПЕЦИФІКА

Менеджмент – це фахова діяльність по керуванню установою, яка гарантує високу продуктивність та дієвість її функціонування, а також цілеспрямований та сталий прогрес. Провідним завданням менеджменту є уможливити особам здатність до узгоджених зусиль, окреслюючи їм спільні наміри, наділяючи повноваженнями і зобов'язаннями, конструюючи логічну структуру керування, сприяючи оволодінню потрібних робочих умінь і кваліфікаційного зростання. Менеджмент можна класифікувати за різними критеріями, але найпоширенішими є функціональні види, які відповідають конкретним сферам діяльності організації (маркетинговий менеджмент, виробничий менеджмент, фінансовий менеджмент, інноваційний менеджмент та управління персоналом) [1].

Маркетинговий менеджмент – вивчає запити ринку, знаходить шанси їх задоволення через налагодження відповідної системи виробництва та обміну товарів і послуг а також досліджує шляхи та методи формування й підсилення попиту на необхідні товари і сервіси. Стратегічною ціллю є захоплення нових ринків, збільшення частки ринку, досягнення лідерства по цінах або якості, залучення та утримання клієнтів.

Виробничий менеджмент – виконують усі керівники, котрі відповідають за визначення завдань та формування політики, за аспекти, пов'язані з плануванням, організацією, наглядом та веденням справами підприємства. Його стратегічною ціллю є повне оновлення виробничої бази, підвищення якості продукції, збільшення виробничих потужностей, конкурентоспроможність.

Інноваційний менеджмент – це керування новими науковими знаннями, продуктами, сервісами, технологічними та організаційними ідеями. Його стратегічною ціллю є впровадження прогресивних технологій, створення інноваційних продуктів, підтримка технологічного лідерства.

Окрім основних, виділяють також спеціалізовані види, які набули великого значення в сучасному бізнес-середовищі (логістичний менеджмент, менеджмент якості, екологічний менеджмент, міжнародний менеджмент та PR-менеджмент).

Логістичний менеджмент можна розглядати як формування та реалізацію системи управління, яка повинна об’єднати послідовність дій управлінського персоналу, відповідних функціональних ланок, логістичних посередників та контрагентів у процесі управління потоками протягом повного логістичного ланцюга «постачання-виробництво-збут» у межах логістичної системи. Його сутність в управлінні потоками матеріалів, інформації та фінансів від початкової точки до кінцевого споживача [2, с. 50-57].

Менеджмент якості – це комплексна управлінська діяльність, метою якої є забезпечення надійної та безперебійної роботи організації шляхом дотримання встановлених цілей у сфері якості. Це досягається завдяки розробці системи планів, виділенню необхідних ресурсів та реалізації заходів. Основні складові менеджменту якості включають: планування, забезпечення, контроль та поліпшення якості [3].

Екологічний менеджмент визначає сукупність управлінських рішень та механізмів, спрямованих на мінімізацію негативного впливу суб'єктів господарювання (підприємств і державних органів) на природу. Це забезпечує раціональне використання природних ресурсів та ефективну діяльність із захисту довкілля [4, с. 4-7].

Міжнародний менеджмент – це спеціалізована управлінська діяльність, сфокусована на формуванні та реалізації конкурентних переваг компанії. Це досягається шляхом ефективного використання можливостей ведення бізнесу в різних країнах та врахування унікальних економічних, соціальних, демографічних і культурних особливостей цих країн і міжнародної взаємодії. [5, с. 11-14].

Паблік рілейшнз (PR)/ Зв'язки з громадськістю – це стратегічна дисципліна та практичне мистецтво, що використовується для досягнення взаєморозуміння, згоди та гармонійних відносин між організацією (чи іншим суб'єктом) та різними групами громадськості (соціальними групами, націями, державами). Це досягається шляхом цілеспрямованого формування та ефективного управління громадською думкою. [6 ,7-10].

Проте, існує й інший поділ менеджменту, який базується на приналежності підприємства до тієї чи іншої галузі, виділення так званого галузевого менеджменту. Відповідно до цього поділу виділяють: аграрний менеджмент; міжнародний менеджмент; банківський менеджмент; транспортний менеджмент; туристичний менеджмент; промисловий менеджмент і т.д [7, с. 7-8].

Отже, кожен вид менеджменту має чітко визначену стратегічну ціль, яка не лише підвищує ефективність у своїй зоні відповідальності, але й сприяє досягненню загальної місії та конкурентоспроможності організації (наприклад, Інноваційний менеджмент забезпечує технологічне лідерство). Успіх сучасної організації залежить від комплексного використання всіх видів менеджменту, де функціональні види створюють продукт, а спеціалізовані та інтеграційні види забезпечують його якість, ефективне переміщення та позитивне сприйняття ринком. Функціональна та галузева специфіка менеджменту є ключовими складовими сучасної системи управління, які визначають

ефективність, адаптивність і конкурентоспроможність організацій у динамічному середовищі. Функціональні види менеджменту – стратегічний, фінансовий, маркетинговий, інноваційний, кадровий – забезпечують цілісність управлінського процесу через координацію різних функцій та ресурсів. Галузева специфіка менеджменту орієнтує управлінські практики на особливості конкретних секторів економіки – промисловості, аграрної сфери, освіти, туризму, інформаційних технологій – з урахуванням технологічних, соціально-економічних і екологічних чинників. У сучасних умовах цифровізації та інноваційної трансформації поєднання функціонального й галузевого підходів формує нову парадигму «смарт-менеджменту», що базується на інтеграції штучного інтелекту, аналітики даних, автоматизації процесів та креативних управлінських рішень. Такий підхід сприяє формуванню інноваційно орієнтованих організацій, здатних до сталого розвитку, соціальної відповідальності та швидкої реакції на глобальні виклики.

Список використних джерел

1. Види менеджменту. Pidruchnik. URL: https://pidru4niki.com/75114/menedzhment/vidi_menedzhmentu#google_vignette (дата звернення: 29.10.2025).
2. Михаліцька Н. Я., Верескля М. Р. Логістичний менеджмент : навч. посіб. Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2020. 440 с. URL: https://dspace.lvduvs.edu.ua/bitstream/1234567890/3292/1/Михаліцька-Верескля--Логістичний...--верстка.pdf (дата звернення: 30.10.2025).
3. Історія системи менеджменту якості. Національний авіаційний університет. URL: https://nau.edu.ua/ua/menu/quality/quality-procedures/sistema-menedzhmentu-yakosti-nau/istoriya-sistemi-menedzhmentu-yakosti-universitetu.html (дата звернення: 29.10.2025).
4. Лук'янова О. М. Екологічний менеджмент : конспект лекцій. Харків : Укр. держ. ун-т залізн. трансп., 2022. 64 с. URL: http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/9817/1/Конспект%20лекцій.pdf (дата звернення: 30.10.2025).
5. Міжнародний менеджмент: основні поняття : навч. посіб. / П. Г. Перерва, В. О. Черепанова, І. О. Новік та ін. Харків : НТУ «ХПІ», 2020. 38 с. URL: https://vstup.htek.com.ua/wp-content/uploads/2024/10/31.3-Pererva.pdf (дата звернення: 30.10.2025).
6. Смірнова К. PR Менеджмент : конспект лекцій. Одеса : Одес. держ. еколог. ун-т, 2021. 193 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9370/1/SmirnovaKV_PR%20management_KL_2021.pdf (дата звернення: 30.10.2025).
7. Волошин Р. Менеджмент : конспект лекцій. Тернопіль, 2018. 116 с. URL: https://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/32222/1/04%20Опорний%20конспект%20лекцій.pdf (дата звернення: 30.10.2025).

УДК 65.01:331.101.32:005.96

Закревський Антон Олександрович
аспірант спеціальності 073 «Менеджмент»
кафедри менеджменту та адміністрування,
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ

Актуальність дослідження методів оцінки ефективності мотивації персоналу підприємств обумовлена сучасними трансформаційними процесами у сфері управління людськими ресурсами, які зумовлені глобалізацією економіки, цифровізацією робочих процесів та зростанням значущості нематеріальних чинників трудової продуктивності. Мотиваційний потенціал персоналу сьогодні є не лише фактором підвищення продуктивності, а й стратегічним ресурсом, що забезпечує конкурентоспроможність підприємств на ринку. Ефективна мотивація впливає на залучення, утримання та розвиток талановитих працівників, сприяє формуванню корпоративної культури та зміцненню організаційної стійкості. Концептуалізація проблеми передбачає визначення методичних підходів до оцінки ефективності мотивації, що включають як кількісні, так і якісні показники. Кількісні методи охоплюють використання індексів продуктивності, показників плинності персоналу, рівня досягнення поставлених KPI, опитувань задоволеності роботою та анкетування щодо мотиваційних стимулів. Якісні підходи базуються на аналізі корпоративної культури, міжособистісних взаємовідносин, психологічного клімату в колективі та оцінці впливу мотиваційних стратегій на поведінкові моделі працівників. Сучасна науково-практична дискусія також акцентує увагу на інтеграції цифрових технологій та систем штучного інтелекту у процеси мотивації, що відкриває нові перспективи для персоналізованого підходу до управління людськими ресурсами. Використання аналітики даних дозволяє створювати прогнозні моделі мотивації, оцінювати ефективність конкретних стимулів та оперативно коригувати мотиваційні програми з урахуванням індивідуальних та групових характеристик працівників [1].

Таким чином, дослідження методичних підходів до оцінки ефективності мотивації персоналу є надзвичайно актуальним у контексті сучасного менеджменту та цифрової економіки. Воно формує основу для науково обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на підвищення продуктивності та конкурентоспроможності підприємств. Оцінка ефективності мотивації персоналу є однією з ключових проблем сучасного управління людськими ресурсами, оскільки від її результатів безпосередньо залежить продуктивність, конкурентоспроможність і стратегічна стійкість підприємств. Мотивація працівників охоплює широкий спектр факторів: матеріальні стимули, нематеріальні винагороди, соціальні та психологічні чинники, кар’єрні перспективи та корпоративну культуру. Складність оцінки

ефективності мотивації пов’язана з її мультифакторним та динамічним характером: мотиваційні чинники різняться для різних категорій працівників, змінюються в часі під впливом зовнішніх і внутрішніх умов, а також мають взаємозалежний ефект на продуктивність та залученість персоналу [2].

На сучасному етапі розвитку управлінських практик ключовими викликами є:

1) Необхідність інтеграції кількісних та якісних методів оцінки – поєднання KPI, фінансових показників та аналітики продуктивності з оцінкою задоволеності, психологічного клімату і корпоративної культури.

2) Індивідуалізація мотиваційних підходів – потреба враховувати персональні цінності, потреби та потенціал працівників для підвищення ефективності стимулів.

3) Впровадження цифрових технологій – використання HR-аналітики, систем штучного інтелекту та гейміфікації для персоналізованого управління мотивацією та прогнозування її результатів.

4) Зв’язок мотивації з продуктивністю та утриманням персоналу – оцінка того, наскільки мотиваційні заходи впливають на реальні результати діяльності підприємства і зменшення плинності кадрів.

Таким чином, проблема оцінки ефективності мотивації персоналу є надзвичайно актуальною у контексті сучасної цифрової економіки та глобалізованого ринку праці. Вона вимагає системного, комплексного та адаптивного підходу, який поєднує традиційні методи управління з інноваційними цифровими рішеннями, здатними враховувати індивідуальні та колективні характеристики працівників. Мета концептуальної моделі оцінки ефективності мотивації персоналу – системна оцінка ефективності мотиваційних механізмів з урахуванням індивідуальних та групових потреб працівників, підвищення продуктивності та формування стійкої корпоративної культури [3].

Методичні підходи до оцінки ефективності мотивації:

1) Кількісні показники, що включають: зростання продуктивності (KPI, Output per Employee): зниження плинності кадрів (%): рівень виконання цілей та завдань: частка залученого персоналу (Engagement Rate);

2) Якісні показники, в основі яких: рівень задоволеності роботою та мотиваційними програмами; аналіз корпоративного клімату та культури: психологічний комфорт та лояльність співробітників;

3) Інноваційні цифрові підходи: AI-аналіз мотиваційних профілів працівників: платформи гейміфікації для стимулювання досягнень: HR-аналітика для прогнозування ефекту мотиваційних заходів [4].

Практичні рекомендації для впровадження моделі: впроваджувати системний підхід, поєднуючи матеріальні, нематеріальні та цифрові стимули; використовувати персоналізовані методи мотивації з урахуванням психологічних та професійних особливостей співробітників; регулярно оцінювати ефективність мотиваційних програм через поєднання кількісних та якісних показників; використовувати цифрові інструменти (HR Analytics, AI, гейміфікація) для підвищення точності та адаптивності мотиваційних стратегій;

забезпечити зворотний зв’язок та залучення працівників до процесу оцінки, що підвищує довіру та лояльність. Оцінка ефективності мотивації персоналу є однією з ключових проблем сучасного управління людськими ресурсами, оскільки від її результатів безпосередньо залежить продуктивність, конкурентоспроможність і стратегічна стійкість підприємств [5].

Таблиця 1 – Оцінка ефективності мотивації персоналу на підприємствах: методи, індикатори та практичні приклади

Сфера	Опис	Методи оцінки	Приклади
Матеріальна мотивація	Фінансові стимули: зарплата, премії, бонуси	KPI та показники продуктивності- Аналіз витрат на мотиваційні програми- Опитування задоволеності компенсацією	Введення бонусної системи за досягнення квартальних цілей, премії за інноваційні пропозиції
Нематеріальна мотивація	Соціальні, психологічні, кар’єрні стимули	Опитування та анкетування (Employee Engagement Survey)- Оцінка корпоративної культури - Інтерв’ю та фокус-групи	Визнання досягнень співробітників на щомісячних зборах, надання можливостей для професійного розвитку
Індивідуальна мотивація	Персоналізовані підходи з урахуванням особистих цінностей та потреб	Персональні опитування - Аналіз результатів роботи індивідуально- Психологічне тестування	Розробка індивідуальної програми розвитку та мотивації, гнучкий графік роботи, можливості для навчання за інтересами
Групова мотивація	Мотивація команд та департаментів	Оцінка командної ефективності- Соціометричні методи- Вимірювання командного клімату	Командні бонуси за досягнення проектних цілей, корпоративні тімбілдинги, спільні навчальні сесії

Сфера	Опис	Методи оцінки	Приклади
Цифрова мотивація	Використання цифрових технологій для стимулювання	Аналітика даних (Big Data, HR Analytics)- Платформи для гейміфікації та оцінки продуктивності- AI-інструменти для персоналізації мотивації	Використання систем гейміфікації для відстеження досягнень, AI-рекомендації щодо кар'єрного росту, автоматизовані нагадування про цілі та досягнення

Джерело (авторська розробка)

Мотивація працівників охоплює широкий спектр факторів: матеріальні стимули, нематеріальні винагороди, соціальні та психологічні чинники, кар'єрні перспективи та корпоративну культуру. Складність оцінки ефективності мотивації пов'язана з її мультифакторним та динамічним характером: мотиваційні чинники різняться для різних категорій працівників, змінюються в часі під впливом зовнішніх і внутрішніх умов, а також мають взаємозалежний ефект на продуктивність та залученість персоналу. Таким чином, проблема оцінки ефективності мотивації персоналу є надзвичайно актуальною у контексті сучасної цифрової економіки та глобалізованого ринку праці. Вона вимагає системного, комплексного та адаптивного підходу, який поєднує традиційні методи управління з інноваційними цифровими рішеннями, здатними враховувати індивідуальні та колективні характеристики працівників[6].

Список використаних джерел

1. Iran U. D., Ghazwan M. F. & Firmansyah. The effect of recognition and appreciation on employee motivation and performance. *Economics and Digital Business Review.* 2025. Vol. 6(1). P. 1-18. URL: https://doi.org/10.37531/ecotal.v6i1.1890.
2. Mohamed M. A., Matan A. H., Farah M. A. The impact of motivation on employee performance of non ‐ governmental organizations in Mogadishu. *International Journal of Organizational Leadership.* 2025. Vol. 14(1). P. 108-125. URL: https://doi.org/10.33844/ijol.2025.60451
3. Understand the changes in motivation at work: Empirical evidence on self-determination theory-based interventions / Z. Wang et al. *Behavioral Sciences.* 2025. Vol. 15(7). P. 864. URL: https://doi.org/10.3390/bs15070864
4. Eshiett I. O. Employee motivation and sustainable productivity: The paradigm shift in the era of Industry 4.0. *Journal of Contemporary Business and Administrative Research.* (n. d.). 2025.
5. Manhice A. F. Performance evaluation and motivation of public servants: Case study at Vilankulo Rural Hospital. *RCMOS – Revista de Ciências da Organização*. 2025. Vol. (2).
6. Ismail S. A. Exploring the impact of motivation on employee performance in a private organisation. *All Multidisciplinary Journal*. 2025. Vol. 6(1). P. 105-113.

УДК 658.56:640.4

Левченко Анастасія Валеріївна
здобувач вищої освіти спеціальності 101 Екологія
Коломієць Сергій Валерійович
канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національний транспортний університет

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ГОТЕЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Актуальність. Готельне господарство є однією з найбільш ресурсоємних галузей сфери послуг, що характеризується високим споживанням води, енергії та утворенням значних обсягів відходів. За даними UNWTO, туристична індустрія генерує близько 8% глобальних викидів парникових газів, де готельний сектор відповідає за 20-25% цього показника. В умовах зростання екологічної свідомості споживачів та посилення регуляторних вимог впровадження систем екологічного управління (СЕУ) за стандартом ISO 14001 стає не лише інструментом зниження негативного впливу на довкілля, а й конкурентною перевагою, що забезпечує довгострокову стійкість бізнесу та формує позитивний іміджевий капітал підприємства.

Аналіз останніх досліджень. Проблематика впровадження екологічного менеджменту в готельному бізнесі досліджувалась у працях вітчизняних та міжнародних науковців. Храпкіна В.В. та Клопов І.О. аналізують економічні аспекти екологізації підприємств сфери послуг. Воронкова В.Г. розглядає філософські засади сталого розвитку в контексті управління організаціями. Міжнародні дослідження (Chan, Wong, 2006; Mensah, 2014) підтверджують, що сертифікація за ISO 14001 підвищує операційну ефективність готелів на 15-30% та збільшує лояльність гостей на 20-40%.

Мета дослідження – проаналізувати потенціал впровадження системи екологічного управління за стандартом ISO 14001 у діяльність підприємств готельного господарства України та розробити практичні рекомендації щодо оптимізації екологічних аспектів функціонування готелів.

Основний текст. Готельні підприємства характеризуються різноманітними екологічними аспектами, що потребують системного управління. Типовий готель категорії 4-5 зірок на 200 номерів споживає щорічно 180-250 тис. кВт·год електроенергії, 35-50 тис. м³ води, генерує 45-60 тонн побутових відходів. Викиди CO_2 становлять 90-120 тонн на рік. За відсутності належного управління ці показники призводять до значного екологічного сліду та фінансових втрат.

Впровадження системи екологічного управління за ISO 14001:2015 передбачає комплексний підхід до всіх аспектів діяльності готелю. Енергоспоживання становить 60-70% операційних витрат, тому його оптимізація є пріоритетною. Інтелектуальні системи управління будівлею з

датчиками присутності забезпечують економію електроенергії до 25-30%. Заміна освітлення на LED-технології знижує споживання на 60-75% при збільшенні терміну експлуатації у 5-7 разів. Інтеграція відновлювальних джерел енергії створює додаткові можливості: сонячні панелі генерують 30-40% необхідної електроенергії, сонячні колектори покривають 50-70% потреб у гарячому водопостачанні, а геотермальні теплові насоси демонструють коефіцієнт ефективності 3,5-4,5. Комплексна інтеграція цих технологій знижує вуглецевий слід на 40-55%.

Критичним напрямом є водозбереження, адже споживання води на гостя становить 250-400 літрів на добу, що у 3-4 рази перевищує побутове споживання. Водозберігаюче обладнання (аератори, душові лійки з обмеженням потоку, подвійні системи змиву) скорочує споживання на 30-40% без втрати комфорту. Системи оборотного водопостачання через очищення сірих стічних вод дозволяють повторно використовувати до 40% води для зрошення та технічних потреб. Збір дощової води у підземних резервуарах створює додатковий резерв обсягом 500-800 м³ на рік.

Поводження з відходами становить третій критичний блок екологічного управління. Готелі генерують органічні відходи (40-45%), папір (15-20%), пластик (10-12%), скло (8-10%), текстиль (5-7%). Роздільний збір дозволяє досягти рівня рециклінгу 60-75%. Органічні відходи переробляються через компостування або анаеробне зброджування з отриманням біогазу та добрив. Компактний біореактор потужністю 200-300 кг/добу переробляє всі харчові відходи середнього готелю. Текстильні відходи передаються переробникам або благодійним організаціям після санітарної обробки.

Екологізація ланцюга постачань передбачає зелені закупівлі: органічне харчування, сертифіковані прибиральні засоби, екологічний текстиль. Локальні постачання продуктів у радіусі 50-100 км скорочують транспортний слід на 30-50%. Впровадження принципу Zero Food Waste через точне планування меню, контроль порцій та партнерство з фудшерінговими організаціями скорочує харчові втрати з 15-20% до 3-5%.

Успішність СЕУ залежить від залучення стейкхолдерів. Регулярне навчання персоналу формує культуру ресурсоефективності. Геміфікація екологічної поведінки гостей через мобільні додатки (бали за відмову від щоденної зміни рушників, вимкнення світла, сортування відходів) підвищує рівень участі до 60-75%. Прозорість через інформаційні матеріали про екологічні досягнення та публікація звітності за міжнародними стандартами (GRI, CDP) підвищує довіру клієнтів.

Економічна доцільність СЕУ підтверджується конкретними показниками. Інвестиції для середнього готелю становлять 2,5-4,0 млн грн, річна економія досягає 1,2-1,8 млн грн, забезпечуючи окупність за 2-3 роки. Маркетингові переваги включають підвищення завантаженості на 8-15%, можливість підвищення цін на 5-10%, перевагу при корпоративних закупівлях. Готелі з ISO 14001 демонструють на 30% вищу лояльність гостей та на 40% кращі показники в онлайн-рейтингах.

Висновки і рекомендації. Впровадження системи екологічного управління за ISO 14001 у готельному господарстві є економічно виправданим та екологічно необхідним кроком. Рекомендується: 1) проводити початковий екологічний аудит для ідентифікації значущих аспектів; 2) розробляти поетапний план впровадження СЕУ з встановленням KPI; 3) інтегрувати екологічні цілі у загальну стратегію підприємства; 4) залучати персонал та гостей до екологічних ініціатив; 5) використовувати сертифікацію як маркетинговий інструмент. Системний підхід забезпечить не лише зниження негативного впливу на довкілля на 40-60%, а й підвищення прибутковості готелів на 12-18%.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 14001:2015, IDT).
2. Воронкова В. Г. Філософія управління: навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2019. 268 с.
3. Храпкіна В. В., Осадча О. О. Екологічний маркетинг у готельно-ресторанному бізнесі. Київ : НаУКМА, 2020. 184 с.
4. Клопов І. О. Інформаційна економіка та цифрова трансформація бізнес-процесів. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 312 с.
5. Chan E. S. W., Wong S. C. K. Motivations for ISO 14001 in the hotel industry. *Tourism Management*. 2006. Vol. 27. P. 481-492.
6. Mensah I. Environmental management practices among hotels in the greater Accra region. *International Journal of Hospitality Management.* 2014. Vol. 50. P. 1-11.
7. ДСТУ 4268:2003 Послуги туристичні. Засоби розміщування. Загальні вимоги.
8. UNWTO. Tourism and Sustainable Development Goals – Journey to 2030. Madrid, 2017. 32 p.
9. Барабаш О. В. Екологічний менеджмент на транспорті та в готельному господарстві : монографія. Київ: НТУ, 2022. 356 с.
10. European Commission. EU Ecolabel for Tourist Accommodation Services. User Manual. Brussels, 2021. 45 p.

УДК 657

Одарюк Ігор Олегович
здобувач вищої освіти спеціальності «Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок»
Плиска Олег Вікторович
здобувач вищої освіти спеціальності «Менеджмент»
Оглобліна Вікторія Олександрівна
к.е.н., доцент, доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету

ВПЛИВ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ISO 14001 НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Система екологічного менеджменту ISO 14001 є сучасним інструментом комплексного управління екологічними аспектами діяльності підприємств. Стандарт розроблений для забезпечення систематичного підходу до охорони навколишнього середовища та створення ефективного механізму екологічної відповідальності організацій.

Ключовою метою впровадження стандарту ISO 14001 є створення результативної системи екологічного управління, яка дозволяє підприємствам мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, оптимізувати використання природних ресурсів та підвищити економічну ефективність виробничих процесів.

Основні принципи стандарту передбачають послідовне впровадження екологічної політики через чотири взаємопов'язані етапи: планування, впровадження, перевірку та коригування. На етапі планування відбувається ідентифікація екологічних аспектів діяльності, визначення значущих екологічних впливів та формування стратегічних цілей. Етап впровадження включає розподіл обов'язків, навчання персоналу та реалізацію запланованих екологічних заходів.

Практична цінність стандарту ISO 14001 полягає в забезпеченні комплексного підходу до екологічного менеджменту. Підприємства, які впроваджують цей стандарт, отримують низку конкурентних переваг. Серед них – зниження операційних витрат через ефективне ресурсоспоживання, мінімізація екологічних ризиків, покращення корпоративного іміджу та розширення можливостей виходу на міжнародні ринки.

Економічний ефект від впровадження стандарту включає скорочення витрат на утилізацію відходів, зменшення плати за негативний екологічний вплив, оптимізацію споживання енергетичних та сировинних ресурсів, зниження ризиків штрафних санкцій та залучення додаткових інвестицій.

Важливим аспектом є постійне вдосконалення екологічної політики. Стандарт ISO 14001 передбачає циклічний підхід до управління, що дозволяє підприємствам систематично аналізувати власну екологічну діяльність,

виявляти недоліки та впроваджувати більш ефективні механізми екологічного менеджменту.

Процес впровадження стандарту вимагає комплексного підходу та залучення всіх рівнів управління. Необхідною умовою є не лише формальне впровадження документації, але й реальна трансформація корпоративної культури в напрямку усвідомленої екологічної відповідальності.

Для вітчизняних підприємств впровадження ISO 14001 є критично важливим стратегічним напрямком підвищення конкурентоспроможності в умовах глобалізації світової економіки. Стандарт виступає ключовим інструментом інтеграції українських компаній до міжнародних економічних систем, забезпечуючи не лише формальну відповідність екологічним вимогам, але й реальну трансформацію бізнес-процесів.

Механізм впливу ISO 14001 на конкурентоспроможність вітчизняних підприємств має багатовекторну природу. По-перше, стандарт слугує дієвим механізмом входження до глобальних ланцюгів постачань, оскільки міжнародні компанії та транснаціональні корпорації висувають жорсткі вимоги до екологічної політики своїх постачальників. Українські підприємства, які мають сертифікат ISO 14001, автоматично підвищують свою інвестиційну привабливість та довіру з боку потенційних закордонних партнерів.

По-друге, впровадження стандарту демонструє високий рівень корпоративної культури та соціальної відповідальності. В умовах посилення екологічних викликів та зростаючої уваги до кліматичної повістки, наявність сертифікату ISO 14001 стає свого роду індикатором сучасності та прогресивності компанії. Це особливо важливо для підприємств, які орієнтовані на європейські ринки, де екологічні стандарти мають принципове значення.

Економічний ефект від впровадження стандарту виявляється в оптимізації виробничих процесів, зниженні ресурсовитратності та мінімізації екологічних ризиків. Вітчизняні підприємства отримують можливість системно підходити до управління природоохоронною діяльністю, що в кінцевому підсумку призводить до суттєвої економії коштів та підвищення операційної ефективності.

Стратегічне значення ISO 14001 для українських компаній полягає також у випереджальній адаптації до майбутніх регуляторних змін у сфері екологічного законодавства. Країни Європейського Союзу та інші розвинені держави постійно посилюють вимоги до екологічної безпеки виробництва, тому впровадження стандарту є свого роду інвестицією в майбутню конкурентоспроможність.

Важливим аспектом є й те, що сертифікація за ISO 14001 відкриває додаткові можливості для участі у міжнародних тендерах, грантових програмах та проєктах з державно-приватного партнерства. Багато міжнародних фінансових інституцій розглядають наявність екологічного менеджменту як обов'язкову умову для надання фінансування.

Для українського бізнесу впровадження ISO 14001 також означає формування позитивного іміджу та посилення репутації на внутрішньому та зовнішньому ринках. В умовах посиленої конкуренції та зростаючої

екологічної свідомості споживачів, компанії з чітко вибудованою системою екологічного менеджменту мають значні переваги.

Таким чином, стандарт ISO 14001 для вітчизняних підприємств виступає не лише інструментом відповідності міжнародним вимогам, але й потужним стратегічним інструментом підвищення загальної конкурентоспроможності, розширення ринкових можливостей та забезпечення сталого розвитку в довгостроковій перспективі.

Система екологічного менеджменту ISO 14001 є потужним інструментом забезпечення сталого розвитку організацій. Її впровадження дозволяє підприємствам не лише мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, але й отримати значні економічні та репутаційні переваги.

Рекомендації для підприємств включають послідовну імплементацію принципів стандарту, системне навчання персоналу, розроблення внутрішніх екологічних стандартів, впровадження інноваційних технологій та регулярний моніторинг екологічних показників.

Список використаних джерел

1. Галушкіна Т. П. Екологічний менеджмент. Київ : Institut of market problems and economic-ecological researches of NAS of Ukraine, 2019. 425 с.

2. Оглобліна В. О., Дейнега О. І., Плиска О. В. Екологічний комплаєнс в контексті ризикоорієнтованого підходу менеджменту бізнесу в умовах змін. *Форсайт розбудови України: стратегічні імпульси сталого розвитку в економіці, менеджменті, маркетингу та публічному управлінні* : матеріали III Міжнарод. наук.-практ. конф. (27 трав. 2025 р.). Запоріжжя : ТДАУ ім. Д. Моторного, 2025. С. 114-116.

3. Оглобліна В. О., Оглобліна В. С., Плиска О. В. Сучасні технології та тренди рециклінгу в екосистемах промислового регіону. *Інженерні інновації та розбудова національної економіки* : матеріали II Міжнарод. наук.-практ. конф. Інженер. навч.-наук. ін-ту ім. Ю. М. Потебні (15-16 трав. 2025 р., м. Запоріжжя). Одеса : Гельветика, 2025.

СЕКЦІЯ 4 «ФІЛОСОФІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ВЛАДИ»

УДК 502.131.1:351.82(477)

Ажажа Марина Андріївна,
доктор наук державного управління, професор,
професор кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М .Потебні ЗНУ
Венгер Ольга Миколаївна,
кандидат політичних наук, доцент,
доцент кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М .Потебні ЗНУ
Фурсін Олександр Олександрович,
кандидат наук державного управління, доцент,
доцент кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М .Потебні ЗНУ

ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ВЛАДИ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ: РОЛЬ ГРОМАД У ФОРМУВАННІ СТАЛИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРАКТИК

Актуальність дослідження зумовлена глибинними процесами децентралізації, що відбуваються в Україні та світі, які трансформують систему державного управління, зокрема в екологічній сфері. Перехід від централізованої моделі управління до місцевого самоврядування створює нові можливості для формування ефективної екологічної політики, заснованої на принципах субсидіарності, участі громадян та відповідальності на місцях. В умовах екологічної кризи, зміни клімату та деградації природних ресурсів саме місцеві громади стають ключовими суб’єктами реалізації стратегій сталого розвитку. Їхня наближеність до природного середовища, розуміння локальних екологічних проблем і можливість оперативного прийняття рішень створюють передумови для впровадження ефективних екологічних практик – від поводження з відходами та енергозбереження до відновлення екосистем і розвитку «зеленої» економіки. Концептуалізація ролі громад у системі децентралізованого екологічного управління є необхідною для формування нової моделі «еко-демократії», де екологічна відповідальність, участь і прозорість виступають базовими цінностями управлінського процесу. Особливої актуальності ця проблема набуває в Україні, де децентралізація відкрила нові можливості для формування локальних екологічних політик, але водночас виявила потребу в підвищенні компетентності, фінансової спроможності та інституційної стійкості громад. Таким чином, дослідження взаємозв’язку між децентралізацією влади та екологічним управлінням на місцевому рівні має не лише теоретичне, а й практичне значення - воно сприяє

розробленню ефективних моделей сталого розвитку територій, підвищенню екологічної культури громадян і зміцненню екологічної безпеки держави в цілому [1].

Модель децентралізованого екологічного управління ґрунтується на поєднанні принципів субсидіарності, участі громадян у прийнятті рішень, відкритості екологічної інформації та інтегрованого підходу до використання природних ресурсів. Її основу становить багаторівнева система управління, у якій центральна влада визначає загальну стратегію та законодавчі рамки, а місцеві органи самоврядування реалізують конкретні програми і заходи з урахуванням регіональних екологічних особливостей. У межах цієї моделі громади виступають ключовими суб'єктами екологічної політики, беручи участь у плануванні, моніторингу та контролі природоохоронних заходів. Важливим елементом є розвиток партнерств між органами влади, бізнесом і громадянським суспільством, що забезпечує прозорість управлінських рішень і підвищує їх ефективність. Крім того, модель передбачає цифровізацію екологічного управління – створення відкритих електронних платформ для збору, обробки та візуалізації даних про стан довкілля. Це дозволяє забезпечити оперативний обмін інформацією, ефективний екологічний моніторинг та впровадження інноваційних інструментів управління природними ресурсами на місцевому рівні. Загалом, така модель сприяє переходу від централізованого до адаптивного, гнучкого управління, орієнтованого на потреби громад і цінності сталого розвитку, що в підсумку формує нову екологічну парадигму взаємодії людини, суспільства і природи. Як свідчить аналіз, нова екологічна парадигма ґрунтується на принципах екологічної відповідальності, участі громадян у прийнятті рішень і гармонізації соціально-економічних інтересів із природоохоронними пріоритетами. Вона передбачає створення системи, у якій місцеві органи влади, громадські організації, бізнес і наукові інституції діють у партнерстві, забезпечуючи ефективне використання природних ресурсів, розвиток екологічних інновацій і впровадження «зелених» технологій. У межах такої моделі екологічне управління набуває не лише адміністративного, а й культурно-ціннісного виміру, коли екологічна свідомість стає основою суспільного розвитку. Це сприяє переходу до моделі екоцентричного мислення, у якій людина розглядається не як домінант природи, а як її відповідальний співтворець. У перспективі це може забезпечити формування стійких екологічних спільнот, здатних самостійно реагувати на виклики кліматичних змін, екологічних ризиків і соціально-економічних трансформацій, створюючи основу для реалізації національної стратегії сталого розвитку та інтеграції України до європейського екологічного простору [2].

Теоретичне і практичне значення для України полягає в тому, що запропонована модель децентралізованого екологічного управління відкриває нові можливості для переосмислення ролі місцевих громад у системі екологічної політики та управління природними ресурсами. З теоретичного погляду, вона сприяє розвитку сучасної екологічної філософії, формуванню нових концептуальних підходів до управління довкіллям, заснованих на принципах субсидіарності, партнерства та екологічної демократії. Такий підхід

розширює наукове розуміння взаємозв'язку між децентралізацією, екологічною безпекою та сталим розвитком, формуючи цілісну систему знань про адаптивні та інтегровані моделі екоуправління в умовах глобальних змін. З практичного боку, модель має безпосереднє значення для підвищення ефективності державної та регіональної екологічної політики. Вона може стати методологічною основою для: розроблення місцевих екологічних стратегій і планів дій; удосконалення механізмів управління природними ресурсами на основі громадської участі; формування екологічно відповідальної поведінки громадян; стимулювання розвитку «зеленого» бізнесу та екологічних інновацій; підвищення рівня екологічної безпеки та гармонізації українського законодавства з європейськими стандартами.

Міжнародний досвід децентралізованого екологічного управління. Досвід провідних країн світу демонструє, що децентралізація влади в екологічній сфері є ефективним інструментом забезпечення сталого розвитку, підвищення ефективності природоохоронної політики та активізації участі громад у вирішенні екологічних проблем.

1. Європейський Союз. У країнах ЄС екологічне управління побудоване на принципах субсидіарності, партнерства та прозорості. Європейська екологічна політика передбачає передачу значної частини повноважень у сфері охорони довкілля на регіональний і місцевий рівень. У Німеччині діє модель федеративного екоуправління, де федеральні землі мають автономію у розробленні та реалізації природоохоронних програм, спираючись на загальнонаціональні стандарти. У Швеції та Данії місцеві громади відіграють центральну роль у контролі за станом довкілля, утилізації відходів та впровадженні «зелених» технологій, що сприяє високому рівню екологічної культури населення. У Польщі запроваджено децентралізовану систему екологічного моніторингу та програму підтримки місцевих ініціатив, фінансовану через екологічні фонди, що значно підвищило ефективність регіональної політики охорони природи.

2. Країни Північної Європи. Фінляндія та Норвегія демонструють приклад інтегрованого підходу до управління природними ресурсами. Тут громади залучаються до ухвалення рішень через механізми участі, а цифрові платформи забезпечують прозорість екологічних процесів. Ці країни впроваджують концепцію «еко-демократії», де кожен громадянин має право впливати на стан навколишнього середовища через електронні консультації, петиції та громадські слухання.

3. США та Канада.У цих країнах місцева влада має значні повноваження у сфері екологічного регулювання. У США діють регіональні агентства з охорони навколишнього середовища, які координують діяльність муніципалітетів, громадських організацій і бізнесу. Канада, у свою чергу, розвиває концепцію «спільного управління природними ресурсами», що базується на партнерстві між урядом, корінними народами та громадами.

4. Азійський досвід. У Японії важливу роль відіграють місцеві екологічні комітети, які формуються на громадських засадах і мають реальні повноваження у сфері контролю за викидами, утилізації відходів і моніторингу

водних ресурсів. У Південній Кореї активно впроваджується концепція «smart-екологічного управління», що поєднує децентралізацію з цифровими технологіями для моніторингу стану довкілля в реальному часі [3].

5. Висновки для України. Міжнародна практика доводить, що ефективне екологічне управління неможливе без: передачі повноважень і ресурсів на місцевий рівень; широкої участі громадян у прийнятті екологічних рішень; впровадження цифрових систем моніторингу та управління довкіллям; інтеграції екологічних цілей у всі сфери публічного управління. Для України адаптація європейських і світових моделей децентралізованого екоуправління може стати важливим кроком до зміцнення екологічної безпеки, формування сучасної екологічної політики та гармонізації з вимогами Європейського зеленого курсу. Це дозволить забезпечити збалансований розвиток територій, залучення громад до природоохоронної діяльності й утвердження нової екологічної культури як основи сталого майбутнього. Висновки та практичні рекомендації. Проведене дослідження засвідчує, що децентралізована модель екологічного управління є ключовим чинником переходу України до стійкої, екологічно збалансованої системи розвитку.

1. Децентралізація влади створює сприятливі умови для ефективного екологічного управління, оскільки дозволяє враховувати місцеві особливості, потреби та ресурси.

2. Запровадження адаптивних механізмів управління сприяє підвищенню гнучкості екологічної політики та здатності громад оперативно реагувати на екологічні виклики.

3. Участь громадян, бізнесу та громадських організацій у процесах ухвалення рішень підвищує прозорість управління, формує культуру екологічної відповідальності та партнерства.

4. Європейський досвід показує, що ефективна екологічна політика ґрунтується на поєднанні державного контролю з активною місцевою ініціативою, що може бути успішно адаптовано в Україні.

5. Розвиток системи екоосвіти, цифрових технологій моніторингу довкілля та «зелених» інновацій є необхідною умовою формування нової екологічної парадигми.

Практичні рекомендації:

1. Розробити та впровадити регіональні програми сталого екологічного управління, що базуються на принципах участі громад і партнерства між владою, бізнесом і науковими установами.

2. Посилити інституційну спроможність органів місцевого самоврядування у сфері охорони довкілля через підвищення кваліфікації кадрів та створення спеціалізованих екологічних підрозділів.

3. Запровадити системи екологічного моніторингу на місцевому рівні з використанням цифрових технологій, штучного інтелекту та відкритих даних для оперативного реагування на зміни у стані довкілля.

4. Сприяти формуванню екологічної свідомості населення шляхом освітніх програм, інформаційних кампаній і підтримки громадських ініціатив у сфері охороні природи.

5. Інтегрувати європейські стандарти екологічного управління у національну політику, зокрема через розширення співпраці з європейськими екоінституціями та впровадження найкращих практик сталого розвитку.

6. Підтримувати розвиток «зеленої» економіки та екологічних інновацій, які сприяють зменшенню негативного впливу на довкілля та підвищенню конкурентоспроможності регіонів. Таким чином, реалізація запропонованих рекомендацій сприятиме зміцненню екологічної безпеки, покращенню якості життя населення та сталому розвитку України в контексті європейської інтеграції.

Список використаних джерел

1. Ribot J. C. Decentralisation, participation and accountability in Sahelian forestry: Legal instruments of political-administrative control. *Africa.* 2011. Vol. 81(1). P. 1-31.

2. E. Hegga S., Kunamwene I., Ziervogel G. Local participation in decentralized water governance: insights from north-central Namibia. *Regional Environmental Change.* Vol. 20. P. 105.

3. Liu Y., Li Z. Centralization or decentralization of environmental governance—Evidence from China. *Sustainability.* 2019. Vol. 11(24). P. 6938.

УДК 504.06:35.077

Венгер Ольга Миколаївна,
кандидат політичних наук, доцент,
доцент кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Воронкова Валентина Григорівна,
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Нікітенко Віталіна Олександрівна,
доктор філософських наук, професор,
професор кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ

ФІЛОСОФІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ

У сучасних умовах глобальної екологічної нестабільності, кліматичних змін та зростання антропогенного навантаження на природні системи особливої актуальності набуває філософія сталого розвитку як інтегративна система мислення, що поєднує екологічні, соціальні, економічні та етичні аспекти розвитку суспільства. На місцевому рівні саме філософське осмислення принципів сталості, відповідальності та гармонійної взаємодії людини з

природним середовищем стає основою для формування нових управлінських стратегій, спрямованих на запобігання та мінімізацію екологічних ризиків. Філософія сталого розвитку орієнтує суспільство на пошук балансу між потребами нинішніх і майбутніх поколінь, утвердження екологічної свідомості, культури відповідальності та етичних норм взаємодії з довкіллям. У цьому контексті управління екологічними ризиками на місцевому рівні розглядається не лише як технічний чи адміністративний процес, а як соціокультурний феномен, що передбачає участь громади, прозорість рішень, формування екологічного мислення та розвиток місцевих ініціатив. Концептуалізація проблеми передбачає переосмислення підходів до екологічного управління через призму філософії сталого розвитку. Це означає перехід від реактивних до проактивних стратегій, що ґрунтуються на принципах попередження, екологічної безпеки, адаптивного управління та екоінновацій. Місцеві громади виступають як ключові суб'єкти сталого розвитку, здатні ініціювати процеси екологічної модернізації, енергоефективності, циркулярної економіки та «зеленого» урядування. Таким чином, філософія сталого розвитку і управління екологічними ризиками на місцевому рівні формують нову парадигму екологічного буття людини в епоху цифровізації та глобальних трансформацій. Вона спонукає до синтезу наукового, управлінського та етичного знання, створюючи умови для формування відповідального суспільства, яке усвідомлює взаємозалежність між природою, технологіями й людськими цінностями. Філософія сталого розвитку грунтується на ідеї єдності екологічних, соціальних і економічних систем, де природа розглядається не як ресурс, а як цінність і суб'єкт етичної відповідальності. Управління екологічними ризиками на місцевому рівні виступає не лише технічною чи адміністративною функцією, а морально-культурною практикою, що передбачає усвідомлену взаємодію громади з природним середовищем. Філософський підхід передбачає перехід від антропоцентризму до екоцентричної парадигми, в якій людина є частиною екосистеми, а не її домінатором. У цьому контексті важливим стає формування екологічної свідомості, етики відповідальності (Г. Йонас), принципів екологічної демократії та партисипативного управління. Сталий розвиток на місцевому рівні вимагає інтеграції філософії, екології та управління, що дозволяє створювати адаптивні, стійкі системи реагування на ризики, забезпечуючи баланс між природою та людиною.

Екологічні ризики – це сукупність потенційних загроз для природного середовища, які виникають унаслідок людської діяльності або природних процесів і можуть спричинити деградацію екосистем, зниження якості життя населення та втрату природних ресурсів. До основних екологічних ризиків належать: забруднення атмосферного повітря промисловими викидами, транспортом і спалюванням палива; забруднення водних ресурсів стічними водами, хімічними речовинами, нафтою та продуктами її переробки; деградація ґрунтів унаслідок ерозії, надмірного використання добрив, пестицидів і хімікатів; вирубування лісів і скорочення площ зелених насаджень, що призводить до втрати біорізноманіття; накопичення твердих побутових і

промислових відходів, зокрема токсичних, які не підлягають переробці; зміна клімату, що супроводжується підвищенням середньої температури, частішими посухами, повенями, ураганами й іншими екстремальними погодними явищами; радіаційне забруднення територій унаслідок аварій на промислових і енергетичних об'єктах; надмірне споживання природних ресурсів і виснаження енергетичного потенціалу планети; шумове та електромагнітне забруднення урбанізованих територій; ризики, пов'язані з упровадженням нових технологій, зокрема генетично модифікованих організмів, наноматеріалів і штучного інтелекту, які можуть мати непередбачуваний вплив на довкілля. Усі ці ризики взаємопов'язані, взаємно підсилюють один одного й вимагають комплексного підходу до їх оцінювання, попередження та управління на місцевому, національному й глобальному рівнях. Висновки та практичні рекомендації. У результаті дослідження екологічних ризиків на місцевому рівні встановлено, що ефективне управління ними є ключовою умовою забезпечення сталого розвитку територій. Екологічні ризики – це не лише локальні проблеми окремих громад, а й складова глобальних екологічних процесів, які вимагають узгоджених дій на всіх рівнях – від муніципального до державного. Основними чинниками виникнення ризиків є інтенсивна господарська діяльність, недосконаліть систем екологічного моніторингу, низький рівень екологічної свідомості населення та відсутність ефективних механізмів управління природними ресурсами.

З метою зменшення негативного впливу екологічних ризиків доцільно:

1. Розробити та впровадити місцеві програми екологічної безпеки, орієнтовані на моніторинг стану довкілля, оцінку ризиків та швидке реагування на екологічні загрози.

2. Посилити роль органів місцевого самоврядування у контролі за дотриманням екологічного законодавства та у впровадженні принципів сталого управління природними ресурсами.

3. Запровадити системи екологічного аудиту та оцінки впливу на довкілля для усіх підприємств, діяльність яких потенційно небезпечна для екосистем.

4. Розвивати екологічну освіту та підвищувати екологічну культуру населення, стимулюючи громадян до участі у природоохоронних заходах.

5. Сприяти розвитку «зеленої» економіки шляхом підтримки екологічно чистих технологій, енергоефективності та відновлюваної енергетики.

6. Підтримувати міжсекторальну взаємодію між органами влади, бізнесом, науковими установами та громадськістю у сфері запобігання екологічним ризикам.

7. Розробити систему раннього попередження про надзвичайні екологічні ситуації та підвищити рівень готовності місцевих громад до кризових подій природного чи техногенного характеру.

Отже, філософія сталого розвитку передбачає інтеграцію екологічних, економічних і соціальних пріоритетів у єдину систему управління, яка забезпечує не лише зменшення екологічних ризиків, а й формування нової культури взаємодії людини з природою на принципах відповідальності, гармонії та довгострокового бачення майбутнього. Щоб вийти з екологічної

кризи в Україні, необхідний комплексний підхід, який включає державну політику, економічні механізми, технологічні інновації та активну участь громадян.

Основні кроки:

1. Розвиток законодавчої бази та її дотримання – посилення екологічного контролю, ефективне впровадження законів про захист довкілля та моніторинг екосистем.

2. Відновлення та охорона природних ресурсів – реабілітація забруднених територій, лісовідновлення, збереження водних екосистем і ґрунтів.

3. «Зелена» економіка та інноваційні технології – розвиток відновлюваної енергетики, енергоефективних технологій, переробки відходів та «чистого» виробництва.

4. Стимулювання громадської участі – підвищення екологічної свідомості населення, волонтерські проєкти, екоосвіта у школах і університетах.

5. Міжнародна співпраця – залучення фінансової та технічної допомоги від міжнародних організацій для відновлення довкілля і впровадження сучасних екологічних стандартів.

6. Моніторинг та управління ризиками – створення систем раннього попередження екологічних загроз та планів швидкого реагування на надзвичайні ситуації. Водночас важливо змінити ставлення суспільства до природи: екологічна культура, відповідальне споживання та сталий розвиток мають стати ключовими цінностями українського суспільства [1].

Список використаних джерел

1. Синергія цифровізації та екологічної стійкості: моделі впровадження зелених технологій у регіональний розвиток / Н. Г. Метеленко, В. Г .Воронкова, В. О. Нікітенко та ін. *Education and science: theory & praxis* : collective monograph / compiled by V. Shpak ; chairman of the editorial board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. P. 50-68. DOI: 10.51587/9798-9917-51919-2025-022-50-68.

УДК 502.131.1:351.77:005.21(477)"364"

Воронкова Валентина Григорівна
доктор філософських наук, професор, завідувач кафедри управління та адміністрування, Інженерний навчально-науковий інститути імені Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

ФІЛОСОФСЬКІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ВЛАДИ

У добу глобальних екологічних викликів, зміни клімату, деградації природних ресурсів та урбанізаційного тиску питання ефективного екологічного управління стає не лише адміністративним чи економічним, а й філософським.

Екологічна філософія управління в умовах децентралізації влади розкриває нову парадигму взаємодії людини, суспільства і природи, де пріоритетом є не централізований контроль, а самоврядність, екологічна відповідальність та гармонізація відносин між природним і соціальним середовищем.

Екологічне управління – це не лише система адміністративних рішень, а спосіб мислення, що ґрунтується на принципах екосистемного підходу, екологічної етики, сталого розвитку та екологічної справедливості. Його філософське підґрунтя формують такі ідеї:

1. Холістичне бачення природи – розуміння довкілля як єдиної системи, в якій людина є не домінантом, а частиною цілого.

2. Екологічна відповідальність – моральна й інтелектуальна готовність людини приймати рішення з огляду на довгострокові наслідки для природи.

3. Ідея ноосфери (В. Вернадський) – взаємопроникнення природного і соціального світів у контексті раціональної діяльності людини.

4. Антропоекологічний підхід – осмислення людини як біо-соціальної істоти, яка має діяти в межах природної рівноваги. Децентралізація влади створює унікальні можливості для локалізації екологічної політики та формування екологічної самосвідомості громад.

У межах філософії управління вона означає:

1) переосмислення влади як служіння, а не як контролю – влада має діяти через механізми партнерства, довіри й участі;

2) перехід від вертикалі до мережі управління, де громади, бізнес, наукові інституції та громадські організації виступають рівноправними суб’єктами екологічного процесу;

3) розвиток місцевої екологічної демократії – активна участь громадян у прийнятті рішень щодо використання природних ресурсів, охорони територій, поводження з відходами [1].

Таким чином, філософія децентралізованого екологічного управління передбачає синергію місцевого досвіду та глобальної відповідальності. У традиційній бюрократичній системі адміністрування зводилось до контролю та примусу.

Філософія екологічного адміністрування трансформує цю логіку в напрямі екосинергетичного підходу, який базується на: прозорості управлінських рішень (екологічна відкритість як моральний принцип); партисипативності (спільне вироблення рішень); інституціоналізації екологічної культури – включення екологічних цінностей у політику, освіту, економіку, комунікацію; дигіталізації екологічного адміністрування – використання цифрових технологій для моніторингу стану довкілля, прозорості бюджетів і прогнозування екологічних ризиків. Децентралізація актуалізує необхідність нової етики відповідальності (Г. Йонас) – етики, спрямованої не лише на сьогодення, а на майбутнє людства і природи.

Основні цінності екологічного управління включають: справедливість між поколіннями – обов’язок передати природу в кращому стані; екологічну солідарність – підтримку між регіонами, громадами, країнами; принцип «мислити глобально, діяти локально» – етична формула сталого розвитку.

Ефективна екологічна децентралізація може стати інтелектуальним каркасом сталого розвитку, адже вона: підвищує адаптивність системи управління до екологічних ризиків; сприяє формуванню локальної екологічної ідентичності; забезпечує гармонію між економічним зростанням і збереженням природи; формує передумови для екологічної державності – нового типу політичної свідомості, що інтегрує мораль, право та екологічну культуру.

Філософія екологічного управління та адміністрування в умовах децентралізації – це не просто реформаторська стратегія, а новий спосіб мислення, що поєднує екологічну мудрість, соціальну справедливість і громадянську відповідальність. Вона формує умови для становлення екологічного громадянства й переходу до екологічно орієнтованої демократії, у якій природа стає не ресурсом, а співучасником суспільного розвитку.

Зарубіжний досвід екологічного управління та адміністрування в умовах децентралізації демонструє різні моделі гармонізації між владою, громадою та природним середовищем. У країнах Європейського Союзу екологічна політика інтегрована у всі рівні місцевого врядування, що сприяє сталому розвитку територій та підвищенню екологічної свідомості громадян. Наприклад, у Німеччині та Швеції діють системи «екологічного самоврядування», у межах яких муніципалітети мають широкі повноваження щодо управління природними ресурсами, енергоефективності, переробки відходів і розвитку зеленої інфраструктури. У Франції концепція «територіальної екологічної демократії» ґрунтується на принципах участі громадян у прийнятті рішень щодо використання природних ресурсів, збереження біорізноманіття та захисту довкілля. Подібні практики також реалізуються в Канаді та Нідерландах, де місцеві громади отримали фінансову та адміністративну автономію для впровадження екологічних програм, орієнтованих на зменшення вуглецевого сліду, розвиток відновлюваної енергетики та охорону водних ресурсів.

Особливої уваги заслуговує досвід скандинавських країн, які реалізують модель «еко-соціальної держави». Тут децентралізоване управління поєднується з високою культурою екологічної відповідальності, освіти та прозорості. Ключову роль відіграє співпраця місцевих органів влади, бізнесу та громадських організацій у формуванні екологічної політики, орієнтованої на довгострокову стійкість. У результаті зарубіжна практика показує, що ефективне екологічне управління можливе лише за умов глибокої інтеграції філософських принципів сталості, децентралізованої відповідальності та участі громадян. Такий підхід перетворює екологічну політику на морально-культурну стратегію розвитку, у якій людина, громада й природа стають єдиною системою спільного майбутнього.

Таким чином, нами сформовано філософсько-методологічне підґрунтя екологічного управління в умовах децентралізації, яке ґрунтується на поєднанні принципів сталого розвитку, екологічної відповідальності та субсидіарності влади. Виявлено взаємозв’язок між децентралізацією влади та підвищенням ефективності екологічного управління, що проявляється у зростанні ролі місцевого самоврядування, розвитку партнерства між владою, бізнесом і громадськістю. Розроблено філософсько-управлінську модель «екоцентричного

мислення» для органів місцевого самоврядування, яка базується на інтеграції екологічних, соціальних та економічних інтересів.Запропоновано індикатори екологічної зрілості громад, які можна застосовувати для оцінки рівня екологічної свідомості, управлінської спроможності та участі населення у природоохоронних ініціативах.

Рекомендації практичного характеру:

1. Органам місцевого самоврядування рекомендується впроваджувати філософію екологічного управління як складову стратегічного планування розвитку територій, зокрема через створення локальних «еко-хартій» і програм сталого розвитку громад.

2. У системі підготовки державних службовців і посадових осіб місцевого самоврядування доцільно включити навчальні модулі з екологічного менеджменту, етики довкілля та соціальної екології.

3. На рівні громад необхідно стимулювати розвиток еколого-освітніх ініціатив, екологічного волонтерства, цифрових платформ для моніторингу стану довкілля і громадського контролю за екологічними рішеннями.

4. Державним органам влади варто розробити нормативно-правові механізми підтримки «зелених» громад, зокрема через грантові програми, податкові пільги та систему «екологічного рейтингування» регіонів.

5. У науково-освітньому середовищі слід розвивати міждисциплінарні дослідження з філософії екологічного управління, які поєднують підходи філософії, екології, публічного адміністрування та соціології [2].

Філософія екологічного управління в умовах децентралізації сприяє становленню нової парадигми управлінського мислення, у центрі якої не влада як інструмент контролю, а громада як носій екологічної відповідальності та сталого розвитку. Її практична реалізація забезпечує формування екологічно орієнтованого суспільства, здатного самостійно приймати рішення щодо збереження природного середовища.

Список використаних джерел

1. Синергія цифровізації та екологічної стійкості: моделі впровадження зелених технологій у регіональний розвиток / Н. Г. Метеленко, В. Г .Воронкова, В. О. Нікітенко та ін. *Education and science: theory & praxis* : collective monograph / compiled by V. Shpak ; chairman of the editorial board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. P. 50-68. DOI: 10.51587/9798-9917-51919-2025-022-50-68.

2. Метеленко Н., Свінцова Н., Нікітенко В. Цифровізація аграргого сектору як інструмент впровадження зелених технологій у контексті сталого розвитку. *Humanities studies*: зб. наук. пр. Запріжжя : Гельветика, 2025. № 23(100). С. 256-266. URL: http://humstudies.com.ua/article/view/335649/324527.

УДК 351:502

Єрьоменко Анастасія Валеріївна
здобувач вищої освіти спеціальності «Фінанси, банківська справа, страхування та фондовий ринок»
Загородній Сергій Анатолійович
здобувач вищої освіти спеціальності «Менеджмент»
Оглобліна Вікторія Олександрівна
к.е.н., доцент, доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ В УКРАЇНІ

Філософія екологічного управління та адміністрування в контексті децентралізації влади являє собою складну систему взаємовідносин між органами місцевого самоврядування, territorial громадами та природним середовищем, що базується на принципах сталого розвитку, соціальної відповідальності та екологічної свідомості.

Децентралізація влади кардинально трансформує парадигму екологічного управління, переміщуючи центр прийняття рішень з центрального на місцевий рівень. Це принципово змінює механізми контролю, планування та реалізації природоохоронних заходів, надаючи місцевим громадам більше повноважень та відповідальності за стан навколишнього середовища.

Філософський аспект такої трансформації полягає в переході від адміністративно-командної моделі управління до партисипативної, де кожен член громади стає активним учасником екологічних процесів. Децентралізація створює умови для формування екологічної свідомості на локальному рівні, де residents безпосередньо зацікавлені в збереженні та відновленні природних ресурсів своєї території.

Ключовою особливістю нової моделі екологічного адміністрування є принцип субсидіарності, коли рішення приймаються на найближчому до проблеми рівні. Це дозволяє більш гнучко та оперативно реагувати на локальні екологічні виклики, враховувати специфіку конкретної території, її природно-ландшафтні особливості та соціально-економічні потреби.

Механізми децентралізації передбачають суттєве розширення повноважень місцевих рад у сфері екологічного менеджменту. Territorial громади отримують право самостійно розробляти та впроваджувати екологічні програми, залучати додаткові інвестиції, створювати локальні фонди охорони навколишнього середовища та безпосередньо контролювати дотримання екологічних норм на своїй території.

Важливим філософсько-управлінським трендом стає перехід від карального до превентивного підходу в екологічному адмініструванні. Замість

традиційного штрафування місцеві органи влади все більше зосереджуються на просвітницькій роботі, економічному стимулюванні та створенні умов для екологічно відповідальної поведінки суб'єктів господарювання.

Децентралізація екологічного управління посилює роль горизонтальних зв'язків та міжмуніципальної cooperation. Territorial громади отримують можливість об'єднувати ресурси, спільно вирішувати транскордонні екологічні проблеми, впроваджувати масштабні природоохоронні проєкти, які раніше були неможливими через centralized модель управління.

Залучення громадськості до процесів екологічного моніторингу та прийняття рішень є фундаментальною трансформацією парадигми екологічного управління в контексті сучасних демократичних процесів. Цей підхід принципово змінює традиційну модель адміністративного контролю, перетворюючи місцевих мешканців з пасивних спостерігачів на активних учасників природоохоронної діяльності.

Механізми громадської участі включають кілька ключових напрямків. По-перше, це створення системи громадського екологічного моніторингу, де residents отримують інструменти та методологію для незалежної оцінки стану навколишнього середовища. Йдеться про запровадження сучасних технологічних рішень – мобільних додатків, онлайн-платформ та інтерактивних карт, які дозволяють миттєво фіксувати екологічні правопорушення, стан атмосферного повітря, водних об'єктів, зелених зон.

Важливим аспектом є légitimation громадських ініціатив через законодавче закріплення права місцевих спільнот на участь в екологічному врядуванні. Territorial громади отримують реальні важелі впливу – від права вето на екологічно небезпечні проєкти до безпосередньої розробки місцевих природоохоронних програм. Такий підхід принципово змінює владну вертикаль, роблячи її більш горизонтальною та гнучкою.

Психологічна трансформація відбувається через механізми екологічної освіти та просвітництва. Місцеві мешканці перестають сприймати природоохоронну діяльність як щось абстрактне, віддалене від їхнього повсякденного життя. Натомість вони усвідомлюють власну суб'єктність, розуміють прямий зв'язок між індивідуальною поведінкою та станом навколишнього середовища.

Практичні форми залучення громадськості включають:

- Громадські екологічні інспекції.
- Публічні слухання щодо екологічних проєктів.
- Місцеві ініціативи з роздільного збирання відходів.
- Екологічні волонтерські рухи.
- Краудсорсингові платформи для вирішення екологічних проблем.
- Громадський контроль за діяльністю місцевих підприємств.

Отже, економічний вимір участі громадськості полягає в оптимізації використання місцевих ресурсів, зниженні витрат на адміністративний контроль та підвищенні ефективності природоохоронних заходів. Місцеві мешканці стають не лише спостерігачами, але й безпосередніми інвесторами та учасниками екологічних проєктів.

Технологічні рішення суттєво спрощують процеси громадської участі. Сучасні цифрові платформи дозволяють миттєво комунікувати, збирати та аналізувати екологічну інформацію, залучати експертне середовище до вирішення локальних природоохоронних завдань.

Список використаних джерел

1. Метеленко Н. Г., Попова А. О., Оглобліна В. О., Афонін Р. П. Формування екологічної політики України в контексті цілей сталого розвитку в умовах війни та повоєнного відновлення. *Scientific Innovation: Theoretical Insights and Practical Impacts* : Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference (January 13-15, 2025). Naples, Italy : European Open Science Space, 2025. С. 119-124.
2. Регіональна екологічна політика в умовах повномасштабної війни в контексті руйнівних наслідків для навколишнього середовища / Н. Г. Метеленко, В. Г. Воронкова, А. О. Попова та ін. *Modern innovation strategies in education and science* : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2024. P. 5-24.
3. Ecological Governance: Global Perspectives / ed. by J. Smith, M. Johnson. Oxford University Press, 2021. 512 p.
4. Ostrom E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press, 2020. 298 p.
5. Peters B.G. Governance and Public Policy. Edward Elgar Publishing, 2022. 405 p.

УДК 316.7:17

Крупа Андрій Геннадійович
здобувач PhD спеціальності 033 «Філософія»,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ

СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО СУСПІЛЬСТВА

Мережеве суспільство сьогодні постає як одна з ключових форм організації соціальної реальності, що ґрунтується на стрімкій цифровізації, глобалізації та поширенні інформаційно-комунікаційних технологій.

Актуальність дослідження соціально-філософських аспектів цього явища зумовлена тим, що цифрові технології не лише змінюють способи виробництва та обміну інформацією, але й трансформують ціннісні орієнтації, соціальні норми та комунікаційні практики сучасного суспільства. У цифрову епоху взаємодія між індивідом і суспільством набуває нових форм, так як зростає значення віртуальних спільнот, соціальних мереж та платформ, які визначають

характер соціальних зв'язків, способи самовираження та формування цифрової ідентичності. Концептуалізація мережевого суспільства передбачає аналіз його ключових характеристик, серед яких гнучкість соціальних структур, динамічність комунікацій, децентралізація інформаційних потоків та високий рівень взаємозалежності між учасниками мереж. На соціально-філософському рівні це явище пов'язане із переосмисленням традиційних цінностей, таких як приватність, автономія, відповідальність та етичні норми взаємодії. Зокрема, виникає потреба в формуванні нових принципів соціальної відповідальності та етики поведінки в цифровому просторі, оскільки дії окремих учасників можуть мати глобальні наслідки.

Актуальність концептуалізації мережевого суспільства також визначається його роллю у глобальному контексті: цифровізація сприяє інтеграції локальних спільнот у світові мережі знань, економічних зв'язків та культурного обміну, водночас породжуючи нові виклики, пов'язані з інформаційною нерівністю, маніпуляціями та соціальною фрагментацією.

Відтак, дослідження соціально-філософських аспектів мережевого суспільства є необхідним для розуміння того, як технології впливають на зміни у структурі суспільства, на способи взаємодії та на систему цінностей сучасної людини, а також для визначення стратегій гармонійного розвитку у цифрову епоху. В умовах мережевого суспільства роль людини зазнає суттєвої трансформації. Індивід перестає бути пасивним споживачем інформації і стає активним учасником створення, поширення та модерації знань у цифровому середовищі. Це передбачає розвиток нових компетентностей: цифрової грамотності, критичного мислення, здатності до колективного вирішення проблем та адаптації до швидкоплинних соціальних і технологічних змін.

Соціально-філософський аспект підкреслює, що автономія та відповідальність людини у мережевому суспільстві інтегруються з колективними нормами і правилами взаємодії в онлайн-спільнотах, що формує нову парадигму соціальної етики та громадянської свідомості. Ключовими характеристиками мережевого суспільства є гнучкість соціальних структур, високий рівень взаємозалежності, швидкість комунікацій та динамічність інформаційних потоків. Водночас відбувається переосмислення традиційних понять приватності, авторства та особистої відповідальності: людина стає не лише споживачем, а й творцем контенту, а її дії в цифровому просторі набувають потенційно глобального значення. Нові соціальні норми та цінності, що формуються в мережевому середовищі, поєднують свободу самовираження, прозорість комунікацій та колективну відповідальність, визначаючи етичні рамки взаємодії між учасниками спільнот. Таким чином, соціально-філософська характеристика мережевого суспільства включає не лише опис цифрових технологій і структур, а й комплексну оцінку трансформації людської діяльності, цінностей і способів взаємодії. Людина у цьому суспільстві виступає як активний агент змін, який водночас формує і підпорядковується новим соціальним нормам, що забезпечує баланс між автономією та колективною відповідальністю.

Новизна соціально-філософських аспектів формування мережевого суспільства полягає у кількох ключових моментах:

1. Трансформація соціальних ролей і цінностей: Раніше соціальні структури й цінності формувалися переважно в межах локальних спільнот, інститутів і традицій. Сьогодні цифровізація та глобальні мережі створюють нові форми соціальної взаємодії, де людина одночасно є споживачем і творцем інформації, що потребує переосмислення понять автономії, відповідальності та етичних норм.

2. Нові форми комунікації та колективного мислення: Мережеве суспільство характеризується високою швидкістю інформаційних потоків, децентралізацією комунікацій і колективним виробництвом знань. Це створює потребу у нових концептуальних підходах до аналізу соціальних процесів і взаємодії людини та технологій.

3. Цифрова ідентичність і соціальна відповідальність: Поява віртуальних спільнот, соціальних платформ та цифрових протоколів взаємодії формує нові аспекти самоідентифікації та моральної відповідальності людини у мережевому середовищі. Актуальність цього питання зростає у зв’язку з глобальною поширеністю інформаційних мереж.

4. Перспективи для соціальної філософії: Раніше філософія більше акцентувала на традиційних формах суспільних зв’язків та цінностей. Сьогодні соціально-філософський аналіз мережевого суспільства розкриває онтологічні та епістемологічні аспекти цифрової трансформації, що є новим полем дослідження.

5. Інтеграція локального та глобального: Новизна полягає у тому, що мережеве суспільство поєднує локальні спільноти у глобальну систему знань і взаємодії, що створює нові виклики та можливості для розвитку соціальної справедливості, культури і демократії.

Мережеве суспільство є новою соціально-філософською реальністю, що формується під впливом цифрових технологій, глобалізації та інтенсивного інформаційного обміну. Дослідження соціально-філософських аспектів цього явища дозволяє усвідомити, як трансформуються цінності, соціальні норми та комунікаційні практики сучасного суспільства. В умовах цифрової епохи людина виступає одночасно як активний учасник і творець інформаційного простору, що потребує нових форм відповідальності, етики та соціальної взаємодії. Новизна проблематики полягає у вивченні ролі цифрових технологій у формуванні соціальної ідентичності, колективного мислення та глобальної взаємозалежності локальних і світових спільнот. Концептуалізація мережевого суспільства підкреслює необхідність розвитку цифрової грамотності, критичного мислення та адаптивності людини як ключових чинників її ефективної інтеграції у сучасну соціальну реальність. Отже, соціально-філософський аналіз мережевого суспільства дозволяє глибше зрозуміти сучасні трансформації суспільних відносин, роль людини в цифровому просторі та перспективи розвитку ціннісних і комунікаційних практик у глобальному масштабі.

Практичні рекомендації діяльності людини у мережевому суспільстві:

1. Розвивати цифрову грамотність і критичне мислення. Людина повинна вміти аналізувати інформацію, перевіряти її достовірність та усвідомлено користуватися цифровими ресурсами, щоб уникати маніпуляцій і дезінформації.

2. Формувати відповідальну цифрову ідентичність. Варто усвідомлено підходити до публікації контенту, дотримуватися етичних норм онлайн-взаємодії та відповідати за власні дії у цифровому просторі.

3. Підтримувати баланс між онлайн- та офлайн-життям. Для збереження психічного та соціального здоров'я важливо чергувати активність у віртуальному середовищі з реальними соціальними контактами, відпочинком та фізичною активністю.

4. Розвивати колективну та комунікативну компетентність. Важливо вміти ефективно взаємодіяти у віртуальних спільнотах, дотримуватися принципів конструктивного діалогу та співпраці, брати участь у колективному виробництві знань.

5. Зберігати етичні та ціннісні орієнтири. Людина повинна усвідомлювати важливість моралі, соціальної відповідальності та поваги до інших у цифровому середовищі, формуючи власну поведінку та впливаючи на культуру мережевого суспільства.

6. Адаптуватися до змін і бути готовим до навчання протягом життя. Мережеве суспільство постійно змінюється, тому здатність швидко опановувати нові технології та інтегрувати їх у своє життя є ключовою компетентністю сучасної людини [1].

Список використаних джерел

1. Крупа А. Г. Штучний інтелект (ШІ) як чинник формування постантропного суспільства: соціально-філософські виміри. *Актуальні проблеми філософії та соціології.* 2025. № 55. С. 112-118.

УДК 502.131.1:338.1:352(4+477)

Метеленко Наталя Георгіївна
доктор економічних наук, професор,директорка,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Воронкова Валентина Григорівна,
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Оглобліна Вікторія Олександрівна,
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційної економіки,
фінансів і підприємництва,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ

КОНЦЕПЦІЇ «ЗЕЛЕНОЇ ДЕМОКРАТІЇ» ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ НА РІВНІ ГРОМАД: ДОСВІД КРАЇН ЄС ТА УКРАЇНИ

Сучасна епоха глобальних трансформацій, екологічних криз і посилення кліматичних загроз вимагає переосмислення демократичних практик через призму екологічної відповідальності. Саме тому концепція «зеленої демократії» набуває особливої актуальності як нова модель політичного, соціального та економічного устрою, що поєднує принципи демократії, сталого розвитку та екологічної етики. У контексті децентралізації влади, яка активно впроваджується в Україні, і досвіду країн Європейського Союзу «зелена демократія» постає як ефективний інструмент формування екологічно орієнтованого громадянського суспільства, здатного до участі у прийнятті рішень щодо природокористування, енергетичної політики, урбаністичного розвитку та збереження біорізноманіття. Концептуально «зелена демократія» ґрунтується на поєднанні політичних цінностей участі, прозорості й справедливості з екологічними принципами збереження природи, кліматичної рівноваги та міжпоколінної відповідальності. Вона передбачає перехід від антропоцентричної до екоцентричної моделі мислення, у якій людина усвідомлює себе не лише суб'єктом політичних прав, а й частиною екосистеми, від якої залежить її добробут. У європейському контексті «зелена демократія» реалізується через практики «зеленого врядування», кліматичних рад громад, екологічного бюджетування та сталого місцевого самоврядування. Такі моделі демонструють ефективність інтеграції екологічної політики в систему публічного управління, сприяючи розвитку громад, орієнтованих на енергоефективність, збереження довкілля та соціальну згуртованість. Для України актуальність упровадження концепцій «зеленої демократії» посилюється необхідністю подолання екологічних наслідків війни, забезпечення сталого відновлення територій і формування нової культури екологічного громадянства. Місцеві громади стають лабораторіями практичного втілення демократичних ідей через участь громадян у проєктах

«зеленої реконструкції», розвитку відновлюваної енергетики, цифрових екоплатформ та ініціатив зі збереження природної спадщини. Таким чином, концепція «зеленої демократії» в Україні виступає не лише як стратегічний напрям екологічної політики, а й як філософсько-соціальна парадигма, що поєднує демократичні цінності, екологічну етику та активну громадянську позицію задля формування гармонійного співіснування людини, природи і держави. Зелена демократія – це сучасна політико-філософська концепція, яка поєднує принципи демократичного управління з ідеями екологічної відповідальності, сталого розвитку та етичного ставлення до природи. Вона виходить із усвідомлення того, що справжня демократія неможлива без гармонії між суспільством і природним середовищем, а участь громадян має бути спрямована не лише на політичне чи економічне самоврядування, а й на збереження екологічної рівноваги планети.

У широкому сенсі, зелена демократія – це модель соціально-політичного устрою, яка: ґрунтується на принципах екологічної справедливості, сталого розвитку, участі громадян у прийнятті екологічно важливих рішень; визнає природу як морального та правового суб'єкта, що має право на існування і відновлення; прагне збалансувати інтереси людини, суспільства і довкілля через механізми демократичного врядування; підтримує децентралізацію екологічної політики та активну участь місцевих громад у вирішенні питань довкілля; спирається на екологічну освіту, екологічну культуру та відповідальність громадян як основу нового типу громадянства – екологічного громадянства. Зелена демократія також означає переосмислення традиційної демократії в умовах екологічної кризи: якщо класична демократія зосереджується на правах людини, то зелена – розширює ці права на все живе середовище. Вона передбачає екологізацію політики, економіки, культури й управління, спрямовану на довгострокове збереження біосфери як спільного дому людства. Таким чином, зелена демократія – це не лише політична модель, а етико-філософська парадигма, у центрі якої стоїть гармонійна взаємодія людини, суспільства та природи на засадах солідарності, сталості, рівності та екологічної мудрості. Зелена демократія – це сучасна політико-філософська концепція, яка поєднує ідеї демократії, екологізму та сталого розвитку. Вона виходить із переконання, що справжня демократична система не може існувати без відповідального ставлення до природи, а екологічна рівновага – без участі громадян у прийнятті рішень, які впливають на довкілля. У центрі зеленої демократії стоїть принцип гармонійного співіснування людини, суспільства і природи, що розглядається як основа для довготривалого процвітання людства.

Концептуальні засади зеленої демократії базуються на кількох ключових принципах.

По-перше, екологічна справедливість – це рівність усіх людей у доступі до природних ресурсів, чистого повітря, води, землі, а також у можливостях впливати на екологічну політику.

По-друге, участь громадян передбачає глибоку децентралізацію управління, коли місцеві громади активно долучаються до вирішення

екологічних проблем, визначення пріоритетів розвитку та контролю за використанням ресурсів.

По-третє, відповідальність поколінь – один із фундаментальних принципів, що наголошує на обов'язку сучасного суспільства перед майбутніми поколіннями у збереженні екосистем, біорізноманіття та природного капіталу.

По-четверте, екологічна освіта та культура – необхідна передумова для розвитку екологічної свідомості, формування етичних орієнтирів і відповідального ставлення до природи. Зелена демократія також передбачає нове розуміння політичного процесу як спільного управління екологічним простором. Це означає, що екологічні рішення повинні прийматися з урахуванням думки громадськості, науковців, представників місцевого самоврядування та бізнесу. Вона вимагає прозорості, відкритості, діалогу та інклюзивності в процесі ухвалення екологічних рішень. У практичному вимірі концепція зеленої демократії реалізується через розвиток екологічного громадянства, тобто активної участі людей у захисті довкілля, екоініціативах, волонтерстві, контролі за екологічною політикою. Вона також втілюється у формах зеленої економіки, екоурядування та сталого місцевого розвитку, які поєднують екологічні, соціальні та економічні пріоритети. У європейському контексті зелена демократія розвивається як складова концепції європейського зеленого курсу (Green Deal), де демократія, екологічна етика та участь громадян утворюють єдиний простір політичної дії. В Україні ж ця ідея поступово утверджується через реформу децентралізації, розвиток екологічного самоврядування, підвищення ролі громадських організацій та екопросвітництва.

Отже, зелена демократія – це не лише політична модель, а й новий тип цивілізаційного мислення, який вимагає переходу від споживацького ставлення до природи до партнерського співіснування з нею. Її головна мета - створення суспільства, де екологічна свідомість, громадянська відповідальність і демократичні цінності формують основу сталого розвитку та збереження планети для майбутніх поколінь.

Основні концепції зеленої демократії:

1. Екологічно орієнтована концепція виходить із пріоритету природи як суб'єкта демократії. Вона стверджує, що довкілля має бути включене у сферу демократичного управління на рівні прав і обов'язків, тобто природа не лише ресурс, а частина політичного простору. Її автори – представники екополітичної філософії (Б. Добсон, Е. Екворт, А. Добсон, Дж. Драйзек), які вважають, що без урахування екологічних інтересів демократія втрачає легітимність. Ключова ідея: природа – повноправний учасник політичного процесу, а не пасивний об'єкт використання.

2. Концепція екологічної участі громадян наголошує на важливості участі громадян у прийнятті екологічних рішень на всіх рівнях – від локальних громад до національної політики. Його прихильники (зокрема, Д. Гелд, К. Екерслі, М. Дріес) розглядають зелену демократію як форму партисипативної демократії, де громадяни діють не лише як виборці, а як активні екологічні суб'єкти. Ключова ідея: демократичне управління можливе лише за умови широкої екологічної участі та співвідповідальності громад.

3. Концепція міжпоколіннєвої відповідальності розвивається у працях Г. Йонаса Ця концепція фокусується на етичному вимірі – справедливості між («Принцип відповідальності») та послідовників сталого розвитку. Відповідно до неї, демократія повинна враховувати інтереси не лише сучасних, а й майбутніх поколінь, забезпечуючи збереження природних ресурсів. Ключова ідея: рішення сьогоднішнього суспільства мають прийматися з урахуванням екологічних наслідків для майбутніх поколінь.

4. Концепція зеленої етики та екологічної освіти розглядає зелену демократію як систему моральних і культурних цінностей, де ключову роль відіграє екологічна свідомість і просвіта. Її розвивали О. Леопольд (етика землі), А. Нес (глибинна екологія), Л. Вайт та інші. Вона вимагає формування нової етики співіснування, що змінює не лише політичні інститути, а й спосіб мислення громадян. Ключова ідея: без екологічної культури неможлива екологічна демократія.

5. Концепція зеленого врядування (eco-governance), яка переносить принципи зеленої демократії у сферу публічного управління та адміністрування. Вона підкреслює важливість інтеграції екологічних принципів у політику, економіку, урбаністичні проєкти, інфраструктуру. Представники (наприклад, Д. Бек, У. Лефевр) акцентують на відкритості, прозорості, контролі громадськості та міжсекторальній взаємодії. Ключова ідея: управління суспільством має бути екологічно відповідальним, підзвітним і відкритим для громад.

6. Концепція зеленої економічної демократії поєднує демократичні принципи з ідеєю сталого економічного розвитку. Вона розвиває поняття «зеленої економіки», де головна мета – не прибуток, а гармонізація економічної діяльності з екологічними межами планети. Ключова ідея: демократія повинна гарантувати не лише політичні права, а й екологічно справедливу економічну систему.

7. Концепція місцевої зеленої демократії розглядає громаду як ключовий осередок екологічної демократії. Він пов’язаний із процесами децентралізації та локальної ініціативи. У межах цієї концепції громади самі визначають екологічні пріоритети, впроваджують зелені технології, створюють умови для сталого місцевого розвитку. Ключова ідея: екологічна демократія починається знизу – із рівня громад і локальних спільнот.

Таким чином, зелену демократію можна розглядати як систему взаємодоповнюваних концепцій, які формують цілісну модель екологічно орієнтованого, етично відповідального та соціально справедливого управління. Її сила полягає у синтезі – поєднанні екологічної науки, демократії участі, культури відповідальності та моральної свідомості, що відкриває нові горизонти для розвитку сталих суспільств у XXI столітті. Зелена демократія - це інноваційна модель суспільного устрою, що поєднує принципи демократичної участі, екологічної етики та сталого розвитку. Її концептуальна новизна полягає у розширенні меж демократії – від політичної до екологічної, де природа стає суб’єктом спільного управління. Вона формує нову парадигму взаємодії людини, суспільства і довкілля, засновану на відповідальності

поколінь, екологічній свідомості та децентралізованій участі громад. Зелена демократія - це інноваційна філософія гармонійного розвитку, орієнтована на екологічну справедливість і майбутнє планети [1].

Список використаних джерел

1. Синергія цифровізації та екологічної стійкості: моделі впровадження зелених технологій у регіональний розвиток / Н. Г. Метеленко, В. Г .Воронкова, В. О. Нікітенко та ін. *Education and science: theory & praxis* : collective monograph / compiled by V. Shpak ; chairman of the editorial board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. P. 50-68. DOI: 10.51587/9798-9917-51919-2025-022-50-68.

УДК 502:352.07(4)

Метеленко Наталя Георгіївна,
доктор економічних наук, професор, директорка,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Воронкова Валентина Григорівна,
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Бєлоконь Каріна Володимирівна,
кандидат технічних наук, доцент, доцент,
кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ

ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО АДАПТАЦІЇ В УКРАЇНІ (ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЕКО-АДМІНІСТРУВАННЯ В ЄС)

Актуальність дослідження децентралізованого екологічного управління зумовлена потребою сучасної України у формуванні ефективної системи екологічного адміністрування, що базується на принципах сталого розвитку, участі громад і прозорості управлінських рішень. У контексті євроінтеграційного курсу України особливого значення набуває вивчення та адаптація європейських моделей екологічного врядування, які забезпечують баланс між екологічними, соціальними та економічними інтересами. Децентралізація влади, яка активно впроваджується в Україні, створює передумови для ефективного розподілу повноважень у сфері охорони довкілля між центральними, регіональними та місцевими рівнями, сприяючи формуванню відповідального місцевого самоврядування та підвищенню екологічної свідомості населення. У країнах Європейського Союзу, таких як Німеччина, Швеція, Польща та Нідерланди, децентралізоване еко-управління

базується на концепції субсидіарності, що передбачає делегування максимальної кількості екологічних повноважень місцевим громадам.

Ці моделі характеризуються високим рівнем громадської участі, розвитком інструментів еко-демократії (публічні консультації, місцеві екологічні ради, партнерства між владою, бізнесом і громадськістю), ефективною системою екологічного моніторингу та відповідальності органів влади за якість довкілля. Водночас, в Україні децентралізована система екологічного управління перебуває на етапі становлення, що потребує глибокого порівняльного аналізу з метою виявлення найкращих практик та інституційних механізмів їхнього впровадження. Концептуалізація дослідження ґрунтується на поєднанні філософії сталого розвитку, екологічного менеджменту та публічного адміністрування. Вона передбачає розгляд децентралізації як інструменту підвищення екологічної ефективності держави та формування екоспрямованої моделі управління, що забезпечує інтеграцію екологічних цілей у всі сфери місцевого розвитку. Наукова новизна полягає у розробленні концептуальної моделі адаптації європейського досвіду еко-адміністрування до українських реалій, враховуючи інституційні, соціокультурні та політичні особливості країни. Таким чином, дослідження децентралізованого екологічного управління у європейському контексті має не лише теоретичне, але й практичне значення для підвищення ефективності державної екологічної політики, зміцнення інституційної спроможності місцевих громад та реалізації екологічних пріоритетів України в умовах євроінтеграції. Запропонована концептуальна модель спрямована на формування нової парадигми еко-адміністрування, яка ґрунтується на принципах субсидіарності, багаторівневого управління та партнерства між державою, громадами, бізнесом і громадянським суспільством. Її впровадження дозволить забезпечити більш гнучке та ефективне управління природними ресурсами, підвищити екологічну відповідальність органів місцевого самоврядування та створити умови для сталого розвитку територій [1].

Наукова новизна також полягає у визначенні механізмів інституційної адаптації європейських моделей еко-менеджменту до української системи управління, що включає: інтеграцію екологічної політики в регіональні стратегії розвитку; удосконалення системи екологічного моніторингу та контролю; розширення участі громадськості у прийнятті екологічно значущих рішень; впровадження цифрових інструментів екологічного адміністрування. У результаті дослідження сформовано теоретико-методологічну основу, яка може бути використана для розроблення державних і регіональних програм децентралізованого екологічного управління. Це відкриває перспективи для формування ефективної екологічної політики, гармонізованої з європейськими стандартами, та сприяє зміцненню екологічної безпеки й підвищенню якості життя громадян України. Розроблена концептуальна модель децентралізованого екологічного управління в Україні ґрунтується на принципах субсидіарності, екологічної демократії, сталого розвитку та багаторівневого врядування, інтегруючи європейські стандарти екологічного менеджменту (EMAS, ISO 14001), положення Орхуської конвенції про

відкритість і участь громадськості, а також концепцію «good governance», що передбачає прозорість, відповідальність та ефективність управлінських процесів. У своїй основі модель спирається на системний і синергетичний підходи до управління природними ресурсами, що враховують взаємозв'язки між економічними, соціальними та екологічними чинниками. Структурно модель складається з трьох взаємопов'язаних рівнів управління: національного, регіонального та місцевого (громадського). Національний рівень передбачає формування стратегічних екологічних пріоритетів, створення нормативно-правової бази, координацію політики між секторами, інтеграцію екологічної політики з економічною, енергетичною, аграрною та промисловою, а також забезпечення виконання євроінтеграційних зобов'язань. Регіональний рівень спрямований на адаптацію державних стратегій до специфіки кожного регіону, розробку регіональних індикаторів сталого розвитку, формування партнерств між владою, бізнесом і громадою за моделлю «трикутника сталого розвитку». Місцевий рівень зосереджується на децентралізації повноважень і ресурсів у сфері екологічного менеджменту, реалізації місцевих ініціатив, громадському моніторингу стану довкілля та застосуванні інструментів еко-адміністрування - місцевих податків, грантів, екологічних програм, участі громадян у прийнятті рішень.

Методологічно модель спирається на принцип субсидіарності, згідно з яким екологічні проблеми мають вирішуватись на найнижчому ефективному рівні; принцип інтегрованого управління, що передбачає єдність екологічної, економічної та соціальної політики; принцип участі громадськості, бізнесу та наукових інституцій; а також принцип адаптивності, який забезпечує гнучкість і здатність системи до постійного вдосконалення відповідно до динаміки соціально-економічних і природних умов. Реалізація моделі передбачає використання комплексу інституційних, економічних, інформаційно-аналітичних, освітньо-комунікаційних і цифрових механізмів. Серед них – створення регіональних агентств еко-управління та центрів сталого розвитку, запровадження систем «зеленого» бюджетування, екоподатків і сертифікації, формування відкритих баз екологічних даних і систем моніторингу, підвищення екологічної культури населення через освіту та цифрові платформи, впровадження smart-технологій, геоінформаційних систем та інструментів електронного врядування. Очікуваними результатами впровадження моделі є підвищення ефективності екологічної політики через зворотний зв'язок між усіма рівнями влади, посилення екологічної безпеки завдяки локалізації управлінських рішень, зростання якості життя громадян через покращення стану довкілля, розвиток місцевих «зелених» ініціатив і підвищення громадської активності. Важливим наслідком є також гармонізація національної екологічної політики з принципами Європейського зеленого курсу, що сприяє євроінтеграційним процесам України. У підсумку, концептуальна модель децентралізованого екологічного управління відображає взаємодію між державою, регіоном, громадою і громадянином у єдиному еколого-управлінському циклі, що забезпечує досягнення екологічної безпеки та підвищення якості життя населення [2].

Список використаних джерел

1. Синергія цифровізації та екологічної стійкості: моделі впровадження зелених технологій у регіональний розвиток / Н. Г. Метеленко, В. Г .Воронкова, В. О. Нікітенко та ін. *Education and science: theory & praxis* : collective monograph / compiled by V. Shpak ; chairman of the editorial board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. P. 50-68. DOI: 10.51587/9798-9917-51919-2025-022-50-68.
2. Нова парадигма розвитку технологій захисту навколишнього середовища в умовах глобальних екологічних викликів та кліматичних змін / Н. Г. Метеленко, К. В. Бєлоконь, В. Г. Воронкова та ін. *Природнича наука та освіта.* 2025 № 3. С. 96-106 DOI https://doi.org/10.32782/NSER/2025-3.14

УДК 352/353

Бєлоконь Каріна Володимирівна,
к.т.н., доцент, заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні
Прутцьков Дмитро Володимирович,
д.хім.н., професор кафедри металургійних
технологій, екології та техногенної безпеки
Карпій Сергій Євгенійович,
здобувач PhD-програми, спеціальність 101 «Екологія»
Галич Арсен Віталійович
здобувачі вищої освіти
Запорізький національний університет

МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

Реалізація державної політики у сфері управління відходами в сучасній Україні переживає трансформаційний період. В умовах децентралізації влади центр прийняття рішень та відповідальність за стан довкілля поступово зміщуються від центральних органів виконавчої влади до територіальних громад. Основна філософія цього процесу полягає у розробці та впровадженні національних та місцевих планів управління відходами, які базуються на європейських стандартах.

Основними принципами державної політики у сфері поводження з відходами є пріоритетний захист навколишнього природного середовища та здоров'я людини від негативного впливу відходів, забезпечення ощадливого використання матеріально-сировинних та енергетичних ресурсів, науково обгрунтоване узгодження екологічних, економічних та соціальних інтересів суспільства щодо утворення та використання відходів з метою забезпечення його сталого розвитку.

Ключовими механізмами цієї політики є принципи запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, відновлення та безпечного видалення. Адміністрування в цій сфері тепер базується на захисті здоров'я людини, запровадженні принципу «забруднювач платить», територіальній наближеності обробки відходів та розширеній відповідальності виробника.

До основних напрямів державної політики щодо реалізації зазначених принципів належить:

– забезпечення повного збирання і своєчасного знешкодження та видалення відходів, а також дотримання правил екологічної безпеки при поводженні з ними;

– зведення до мінімуму утворення відходів та зменшення їх небезпечності;

– забезпечення комплексного використання матеріально-сировинних ресурсів;

– сприяння максимально можливій утилізації відходів шляхом прямого повторного чи альтернативного використання ресурсно-цінних відходів;

– забезпечення безпечного видалення відходів, що не підлягають утилізації, шляхом розроблення відповідних технологій, екологічно безпечних методів та засобів поводження з відходами;

– організація контролю за місцями чи об'єктами розміщення відходів для запобігання шкідливому впливу їх на навколишнє природне середовище та здоров'я людини;

– здійснення комплексу науково-технічних та маркетингових досліджень для виявлення і визначення ресурсної цінності відходів з метою їх ефективного використання;

– сприяння створенню об'єктів поводження з відходами;

– забезпечення соціального захисту працівників, зайнятих у сфері поводження з відходами;

– обов'язковий облік відходів на основі їх класифікації та паспортизації;

– створення умов для реалізації роздільного збирання побутових відходів шляхом запровадження соціально-економічних механізмів, спрямованих на заохочення утворювачів цих відходів до їх роздільного збирання;

– сприяння залученню недержавних інвестицій та інших позабюджетних джерел фінансування у сферу поводження з відходами.

Нормативно-правове регулювання: Новий Закон України «Про управління відходами» [1]. Фундаментом механізму реалізації екологічної політики є новий Закон України «Про управління відходами». Він визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, спрямованої на запобігання утворенню відходів та зниження негативних наслідків від діяльності з управління ними.

Закон регулює відносини, пов'язані з управлінням відходами, що утворюються в Україні, а також їх транскордонним переміщенням. Важливою особливістю адміністрування є розмежування сфер регулювання. Зокрема, дія цього закону не поширюється на:

- газоподібні викиди в атмосферу;
- радіоактивні відходи;
- вибухові речовини військового та цивільного призначення;
- незабруднений ґрунт, видобутий під час будівництва;
- стічні та дренажні води.

Для промислового сектору, зокрема металургії, закон передбачає особливості управління відходами, що містять метали, з урахуванням норм Закону України «Про металобрухт», що підкреслює галузеву специфіку державної політики.

Ієрархія управління відходами як управлінська парадигма. В умовах децентралізації ключовим інструментом для місцевого самоврядування стає п’ятирівнева ієрархія управління відходами. Це пріоритетний порядок дій, який мають впроваджувати як органи влади, так і підприємства:

1. **Запобігання утворенню:** Найвищий пріоритет, що вимагає впровадження безвідходних технологій на етапі проектування та виробництва.
2. **Підготовка до повторного використання:** Перевірка, очищення або ремонт виробів без суттєвої зміни їх структури.
3. **Рециклінг (переробка):** Перетворення відходів на нові матеріали чи продукти.
4. **Інші види відновлення:** Зокрема, енергетична утилізація (виробництво енергії з відходів).
5. **Видалення:** Найнижчий пріоритет (захоронення на полігонах), який має застосовуватися лише тоді, коли всі інші методи вичерпані.

Держава та органи місцевого самоврядування повинні заохочувати вибір тих кроків, які забезпечують найкращий екологічний результат. Політика громад не повинна зосереджуватися лише на останній сходинці (звалищах), а рівномірно розвивати всі етапи ієрархії.

Повторно використати легше ніж виробити нове. Велику частину тих відходів, що потрапляють до смітника, можуть повторно використовувати як самі споживачі, так і виробники продуктів. Зокрема, поліетиленові пакетики можуть бути повторно використані споживачем при поході в супермаркет. Скляні банки доцільно використовувати в побуті для зберігання «закруток» чи інших продуктів. Також величезна кількість паперу в офісах може бути використана двічі для друку чернеток. Це допоможе зберегти велику кількість дерев. Одяг, посуд, побутова техніка та гаджети можуть бути повторно використані іншими людьми через різні благодійні організації, лікувальні установи. Навіть інтернет-сайти, соцмережі допомагають позбутися речей, бувших у використанні, але які досі мають свою певну товарну цінність та знаходяться в робочому стані.

Бізнес може продумати способи повторного використання тари чи упакування, як в індивідуальному порядку, на локальному рівні, так і на рівні держави може бути розроблена схема повернення тари зі скла, наприклад, для її повторного використання виробниками напоїв чи продуктів.

Важливо, що такі невеликі кроки не потребують великих матеріальних чи часових витрат. Необхідно лише задуматися щоразу, як ми плануємо щось викинути до смітника.

Повторне використання відходів є найпростішим та корисним для довкілля і здоров'я способом управління відходами. Підготовка до повторного використання відходів займає другу сходинку у поводженні з відходами. Згідно з Директивою ЄС про відходи, підготовка до повторного використання – це такі операції з утилізації, як перевірка, очистка чи відновлення, коли продукти або їх компоненти, що стали відходами, готують для повторного використання без іншої попередньої обробки. Для цього держави можуть засновувати мережі повторного використання та ремонту, застосовувати економічні інструменти, критерії закупівель тощо. Конкретні кроки для підготовки до повторного використання держава розробляє при підготовці національних планів з управління відходами.

Реалізація заходів для повторного використання відходів принесе не тільки позитивний екологічний ефект, але і економічний та соціальний. Нові робочі місця в центрах з ремонту одягу, побутової та офісної техніки, меблів зменшать кількість безробітних, попередять попадання нових відходів на сміттєзвалища, а також дадуть малозабезпеченим верствам населення дешеві товари бувші у використанні. Для бізнесу повторне використання відходів принесе економію ресурсів, коштів, а за умови вдалої рекламної кампанії – додаткових клєінтів та прибутки.

Практичні аспекти повторного використання та роль громади. Повторне використання відходів – це найпростіший та найефективніший спосіб управління ресурсами, який не потребує значних технологічних інвестицій, але вимагає високої свідомості суспільства.

1. Побутовий рівень: Повторне використання тари, скляних банок, паперу в офісах (друк чернеток), передача одягу та техніки через благодійні організації.

2. Рівень бізнесу: Створення схем повернення тари, розробка пакування, яке може бути використане багаторазово.

В межах Національної стратегії управління відходами до 2030 року [2], Україна ставить мету: збільшити обсяг повторного використання з 5% до 10%. Для цього передбачається створення центрів збирання відходів для їхнього ремонту (особливо для електричного та електронного обладнання).

Органи місцевого самоврядування та бізнес вже сьогодні, не чекаючи затвердження регіональних планів, можуть розпочинати підготовку інфраструктури: створювати пункти прийому товарів, підтримувати соціальні підприємства (майстерні з ремонту, магазини секонд-хенду), впроваджувати освітні проекти.

Економічний та соціальний ефект екологічного адміністрування. Реалізація політики управління відходами на місцях несе багатогранний ефект:

- Екологічний: збереження сировини, енергії та зменшення шкідливих викидів.
- Соціальний: створення нових робочих місць у центрах рециклінгу та

ремонту, підтримка малозабезпечених верств населення через доступ до вживаних товарів.

- Економічний: економія ресурсів для бізнесу та отримання прибутку від реалізації вторинної сировини.

Цифровізація та контроль: інформаційні механізми. Ефективне управління в умовах децентралізації неможливе без прозорості та обліку. Сучасним механізмом тут виступає інформаційна система управління відходами (ЕкоСистема). Суб'єкти господарювання зобов'язані:

- створювати облікові записи в системі;
- вносити відомості про обсяги та типи відходів;
- отримувати дозволи на операції з оброблення відходів в електронній формі.

Система кодування (Класифікатор відходів) дозволяє чітко ідентифікувати небезпечні відходи (токсичні масла, медичні відходи, хімічні суміші), які вимагають особливого поводження. Заборона на незаконне зберігання та транспортування таких речовин є критичним аспектом екологічної безпеки територій.

Отже, механізми реалізації державної екологічної політики в умовах децентралізації зміщують акцент із простого «видалення сміття» на складне «управління ресурсами». Успіх цієї реформи залежить від синергії трьох факторів: жорсткого дотримання законодавчої ієрархії відходів, активної ролі місцевого самоврядування у створенні інфраструктури та цифрової прозорості процесів. Лише через рівномірне охоплення всіх сходинок ієрархії управління відходами громади зможуть забезпечити сталий розвиток та безпечне довкілля для майбутніх поколінь [3-5].

Список використаних джерел

1. Про управління відходами : Закон України від 20.06.2022 № 2320-IX. *URL:* https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20.
2. Про затвердження Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 № 820-р.
3. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII.
4. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21.05.1997 № 280/97-ВР (в контексті повноважень громад).
5. Директива 2008/98/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 19 листопада 2008 року про відходи та скасування окремих Директив.

СЕКЦІЯ 5 «ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА МАКРО- ТА МІКРОРІВНЯХ»

UDC 339.138:004.8

Gintarė Jaciūnė
Junior Assistant
Kauno Kolegija Higher Education Institucion,
Faculty of Alytus, Kaunas, Lithuania

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE MARKETING PARADIGM: FROM CREATIVITY TO CONTROL

Relevance of the research. In the 21st century, artificial intelligence (AI) has evolved from a technological innovation into a fundamental driver of marketing transformation. It reshapes the creative process, decision-making, and the relationship between brands and consumers (Davenport et al., 2020; Haenlein et al., 2022). AI-driven systems enable hyper-personalization, predictive analytics, and content automation, allowing marketers to anticipate consumer needs more accurately than ever before (Chatterjee et al., 2021). However, this unprecedented level of precision also introduces new challenges - ethical, social, and philosophical. As algorithms begin to mediate most aspects of consumer experience, the notion of human creativity and authenticity in marketing communication is being redefined (Kietzmann et al., 2018). The debate now centers on whether marketing remains a space for human imagination or has become an arena dominated by algorithmic control (Floridi, 2023).

Research methodology. The study employs a qualitative analysis of contemporary academic literature, focusing on three key dimensions of AI in marketing: (1) automation and creativity, (2) consumer trust and ethics, and (3) human–AI collaboration. The research synthesizes findings from theoretical and empirical studies (Chatterjee et al., 2021; Kumar et al., 2021; Syam & Sharma, 2018), aiming to conceptualize how AI transforms both marketing strategies and consumer–brand relationships. **The aim of the study:** to examine how artificial intelligence transforms the marketing paradigm, shifting it from human creativity to algorithmic control, and to discuss the implications of this change for ethics, innovation, and consumer autonomy. **Research methods:** analysis of scientific literature. The study is based on the review and synthesis of theoretical and empirical research published between 2018 and 2025. The focus is placed on identifying the main trends, ethical dilemmas, and managerial practices that arise in the context of AI-driven marketing.

Research results. The results of the analysis indicate that AI has significantly improved marketing efficiency, enabling brands to deliver personalized and data-driven experiences (Huang & Rust, 2021) by enabling data-driven hyper-personalization and predictive capabilities. AI enhances conversion rates while reducing costs by leveraging tools like generative AI for text/visual ads and predictive analytics for customer insights (Ramachandran et al, 2025). Nevertheless,

as marketing becomes increasingly automated, there is a risk of diminishing human creativity and moral responsibility (Syam & Sharma, 2018). AI systems can unconsciously perpetuate algorithmic bias, leading to ethical dilemmas concerning consumer manipulation and privacy (Floridi, 2023). Challenges such as algorithmic bias, privacy concerns, and SME adoption barriers persist, necessitating ethical frameworks like Explainable AI (XAI) for transparency (Ramachandran et al, 2025). Furthermore, AI tools like generative models redefine what is considered "authentic" marketing communication, transforming marketers from creators into curators of machine-generated content (Kumar et al., 2021). According to Wilson and Daugherty (2018), the optimal path forward is the development of *collaborative intelligence*, where human insight and AI's analytical power complement rather than replace each other.

Conclusions: Artificial intelligence is not merely a tool, it represents a paradigm shift in how marketing is conceptualized and executed. The transition from creativity to control challenges marketers to reconsider the ethical foundations of their work. To ensure sustainability and trust, marketing professionals must prioritize transparency, accountability, and human agency when integrating AI systems (Haenlein et al., 2022; Floridi, 2023). The future of marketing lies in harmonizing human creativity with algorithmic intelligence – ensuring that technology amplifies, rather than replaces, human imagination.

Key words: artificial intelligence, marketing, creativity, algorithmic control, ethics, consumer autonomy.

References

1. Chatterjee S., Rana N. P., Tamilmani K., Sharma A. The role of AI in marketing: A systematic literature review. *Journal of Business Research.* 2021. Vol. 131. P. 91–108. URL: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.03.045.

2. Davenport T. H., Guha A., Grewal D., Bressgott T. How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2020. Vol. 48(1). P. 24–42. URL: https://doi.org/10.1007/s11747-019-00696-0.

3. Floridi L. The ethics of artificial intelligence: Principles, challenges, and opportunities. *AI & Society.* 2023. Vol. 38(2). P. 745–756. URL: https://doi.org/10.1007/s00146-022-01530-7.

4. Haenlein M., Kaplan A. M., Tan C.-W., Zhang P. *Artificial intelligence (AI) and management analytics.* Journal of Business Research. 2022. Vol. 145. P. 1–9. URL: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.02.031.

5. Huang M.-H., Rust R. T. Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*. 2021. Vol. 24(1). P. 3–12. URL: https://doi.org/10.1177/1094670520902266.

6. Kietzmann J., Paschen J., Treen E. Artificial intelligence in advertising: How marketers can leverage AI along the consumer journey. *Journal of Advertising Research*. 2018. Vol. 58(3). P. 263–267. URL: https://doi.org/10.2501/JAR-2018-035.

7. Kumar V., Rajan B., Gupta S., Dalla Pozza I. Customer engagement in the era of AI: Conceptual foundations and research agenda. *Journal of the Academy of Marketing Science*. 2021. Vol. 49. P. 344–366. URL: https://doi.org/10.1007/s11747-020-00734-1.

8. Paschen J., Pitt C., Kietzmann J. Artificial intelligence: Building blocks and an innovation typology. *Business Horizons*. 2020. Vol. 63(2). P. 147–155. URL: https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.10.004.

9. Ramachandran R., Pillai S., Dahal R. K. The Transformative Role of AI in Advertising and Marketing: From Data-Driven Practices to Virtual Experiences. *Interdisciplinary Journal of Innovation in Nepalese Academia*. 2025. Vol. 4(1). P. 27-45.

10. Syam N., Sharma A. Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial Marketing Management*. 2018. Vol. 69. P. 135–146. URL: https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.12.019.

11. Wilson H. J., Daugherty P. R. Collaborative intelligence: Humans and AI are joining forces. *Harvard Business Review*. 2018. Vol. 96(4). P. 114–123. URL: https://hbr.org/2018/07/collaborative-intelligence-humans-and-ai-are-joining-forces.

УДК 316:336.2:004.8

Бурашнікова Олена Сергіївна
здобувач PhD спеціальності 033 «Філософія»,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Воронкова Валентина Григорівна
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститути імені Ю.М.Потебні
Запорізького національного університету

СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ ЗАСАДИ ЦИФРОВОЇ ПОДАТКОВОЇ КУЛЬТУРИ ЯК МАРКЕРА СУСПІЛЬСТВА: МІЖ ТЕХНОЛОГІЄЮ ТА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ

У добу глобальної цифровізації податкова система перестає бути лише адміністративно-фінансовим механізмом наповнення бюджету - вона перетворюється на важливий соціокультурний феномен, що відображає рівень цифрової зрілості суспільства, ступінь довіри між державою і громадянином, а також філософські засади нової етики відповідальності. Цифрова податкова культура постає як якісно новий вимір взаємодії людини й держави, у якому технологічна раціональність поєднується з цінностями громадянської свідомості, справедливості та солідарності. Формування цифрової податкової культури є викликом і водночас можливістю для сучасного суспільства. Цифровізація не лише спрощує процес адміністрування податків, а й змінює спосіб мислення, поведінку та ціннісні орієнтації платників. Людина, яка діє у

цифровому середовищі, мусить опанувати не лише технічні навички користування електронними сервісами, а й сформувати нову етичну позицію - усвідомлення, що сплата податків є не примусовим обов'язком, а проявом відповідальності перед суспільством і державою. Таким чином, цифрова податкова культура охоплює три взаємопов'язані виміри на рівні соціальних цінностей, цифрової грамотності та етичної відповідальності. Соціально-ціннісний вимір передбачає переосмислення податків як інструменту соціальної справедливості, колективної участі у творенні спільного блага. Податкова етика в цифрову добу ґрунтується на ідеї прозорості, довіри й партнерства між державою та громадянином. Ця довіра стає формою нового соціального договору, де технології виступають не як засіб контролю, а як умова взаємної відповідальності. Цифрові системи моніторингу, електронне декларування, автоматизований аналіз податкових даних мають не лише підвищувати ефективність, але й формувати моральну культуру чесності та прозорості. Цифрова грамотність означає, що справжня податкова культура не може існувати без розвитку цифрової компетентності громадян. Людина, яка вільно орієнтується у податкових платформах, розуміє механізми електронного документообігу та вміє захищати власні дані, стає активним учасником цифрової економіки. Така грамотність формує нову суб'єктність громадянина - не пасивного виконавця зобов'язань, а раціонального партнера держави у спільному управлінні суспільними ресурсами. Етико-відповідальнісний вимір цифрової податкової культури виходить за межі технічного адміністрування і звертається до філософії відповідальності. Ганс Йонас у своїй «Принципі відповідальності» наголошував, що сучасні технології створюють новий горизонт етичних обов'язків. У цьому сенсі цифрова податкова система є не просто технологічною інновацією, а моральним випробуванням для суспільства, яке мусить навчитися поєднувати ефективність із гуманністю, алгоритмічну точність із людською справедливістю. Цифрова податкова культура – це також культура довіри. Без довіри цифровізація ризикує перетворитися на форму технократичного контролю. Філософія довіри, яку розвивали Юрґен Габермас і Ніклас Луман, показує, що жодна система, навіть найефективніша технічно, не може функціонувати без морального консенсусу. Податкова культура в цифрову епоху – це, насамперед, культура взаєморозуміння, де технології сприяють відкритості, а не відчуженню. Таким чином, цифрова податкова культура є не лише наслідком цифровізації управління, а передусім проявом нової філософії суспільного життя. Вона формує нову онтологію відносин між особистістю й державою, у якій цифрова грамотність стає соціальною компетенцією, а податкова відповідальність - моральною нормою. Через неї реалізується глибинна мета цифрової державності – не лише ефективність, а й етична зрілість, не лише контроль, а й довіра, не лише технологічний прогрес, а й розвиток людського духу в координатах спільного блага.

У сучасному світі цифрова податкова культура постає не лише як елемент фінансово-економічної системи держави, а й як важлива складова соціально-філософського розвитку суспільства. Вона формує нову етику взаємодії між

громадянином і державою, базовану на довірі, прозорості та цифровій відповідальності. У цьому контексті філософія цифрової податкової культури виходить за межі технократичного підходу й перетворюється на простір осмислення моральних, правових і ціннісних основ сучасного цифрового суспільства. З філософської точки зору, цифрова податкова культура є формою соціальної комунікації, у якій відбувається взаємодія людини, держави та цифрових технологій. Її суть полягає у переході від примусової податкової поведінки до свідомої участі в економічному житті країни через цифрові інструменти. Таке перетворення сприяє становленню «цифрового громадянства», коли сплата податків розглядається не як обов'язок, а як акт соціальної солідарності та громадянської етики. Соціально-філософський аналіз цифрової податкової культури дозволяє розкрити її як феномен суспільної довіри. Цифровізація податкових процесів (електронні декларації, онлайн-сервіси, блокчейн-реєстри) створює умови для відкритості державних фінансів, а отже – для підвищення рівня правосвідомості та соціальної відповідальності громадян. У цьому сенсі цифрова податкова культура є частиною ширшої *концепції цифрової етики*, яка формує новий баланс між контролем і свободою, законом і мораллю, індивідуальними та колективними інтересами. З іншого боку, філософія цифрової податкової культури відкриває і нові виклики. Автоматизація, алгоритмізація та використання штучного інтелекту у податкових системах змінюють уявлення про справедливість, автономію та людський чинник. Питання довіри до «цифрової держави» стає не лише технологічним, а й моральним: хто контролює алгоритми, хто відповідає за помилки, чи зберігається принцип гуманізму в умовах повної цифрової прозорості? У філософському плані цифрова податкова культура – це також ціннісний конструкт, який поєднує економічну раціональність із соціальною відповідальністю. Вона вимагає не лише цифрової грамотності, але й формування цифрової етики податкосплати, заснованої на чесності, солідарності, довірі та усвідомленні спільного блага. Відтак, цифрова податкова культура є не просто інноваційною практикою, а й маркером зрілості суспільства, що прагне до справедливого розподілу ресурсів і до розвитку культури відповідального громадянства. Отже, цифрова податкова культура у контексті соціально-філософського дискурсу постає як символ нової епохи взаємодії людини, держави та технології, де податкова етика стає частиною суспільного договору, а цифрова компетентність – формою громадянської зрілості. Її філософський зміст полягає у переході від контролю до довіри, від формального обов'язку до внутрішньої моральної настанови, від бюрократичного адміністрування до партнерського діалогу між людиною та державою.

Висновки. Цифрова податкова культура відіграє ключову роль у формуванні сучасного відповідального суспільства, сприяючи розвитку соціальних цінностей, пов'язаних із прозорістю фінансової діяльності та податковою дисципліною. Вона підкреслює необхідність підвищення цифрової грамотності громадян і працівників податкових органів для ефективної взаємодії з електронними сервісами та платформами податкової системи.

Розвиток цифрової податкової культури сприяє формуванню етичної поведінки у фінансових питаннях, протидії податковим порушенням і корупційним ризикам. Використання сучасних технологій, таких як електронне адміністрування, штучний інтелект і блокчейн, підвищує прозорість та ефективність податкових процедур, водночас забезпечуючи економічну стійкість держави та оптимізацію фінансових потоків. Соціально-філософський аспект цифрової податкової культури полягає у гармонізації технологічного прогресу з людськими цінностями, створюючи умови для розвитку відповідального цифрового суспільства. З філософської точки зору розвиток цифрової податкової культури вимагає комплексного підходу, що поєднує технологічні інновації та гуманістичні цінності. Рекомендується формувати систему безперервної цифрової освіти для громадян і податкових працівників, спрямовану не лише на технічну компетентність, а й на усвідомлення етичної відповідальності у фінансових взаєминах. Необхідно впроваджувати інструменти електронного адміністрування та аналітики на основі штучного інтелекту, забезпечуючи при цьому прозорість і справедливість податкових процедур. Важливо стимулювати культуру чесності та взаємоповаги в суспільстві, яка проявляється у відповідальному виконанні податкових обов'язків, протидії корупції та фінансовим зловживанням.

Список використаних джерел

1. Бурашнікова Олена. Філософія цифровізації податкової системи у контексті державності та сталого розвитку. Humanities studies : зб. наук. пр. Запоріжжя : Гельветика, 2025. № 24(101). С. 9–21. DOI: https://doi.org/10.32782/hst-2025-24-101-01.

УДК 005.52:658.155]:658.26(477.64)

Воденніков Сергій Анатолійович
д.т.н., професор, професор кафедри
машин і технології ливарного виробництва
Національний університет «Запорізька політехніка»
Воденнікова Оксана Сергіївна
к.т.н.,доцент, доцент кафедри
металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Соколовська Анастасія Петрівна
здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності G10 «Металургія»
Запорізький національний університет

АНАЛІЗ ФІНАНСОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНЦЕРНУ «МІСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»

Відомо, що основою фінансового аналізу є фінансова звітність, що розвивалася від найпростіших форм балансу до сучасної єдиної бухгалтерської звітності з однією метою – бути найпридатнішою для реальної оцінки

фінансового стану підприємства та його майбутнього розвитку [1]. З допомогою фінансового аналізу здійснюються комплексне вивчення формування фінансових ресурсів, оптимальне їх розміщення та використання, інформаційне забезпечення прийняття управлінських рішень [2].

Аналіз фінансових показників зосереджує свою увагу насамперед на вивченні фінансового стану та фінансових результатів діяльності підприємства, на основі яких формується інформаційна база, що виступає основою для подальшого прийняття ефективних управлінських рішень [3]. Так аналіз фінансових результатів підприємств надає додаткові підтвердження прогресу чи регресу економіки, а також дає змогу визначити тренди розвитку підприємств, що є предметом зацікавленості широкого кола стейкхолдерів (держава, власники, аудитори, аналітики) [4]. Фінансовий стан підприємства показує рівень забезпечення фінансовими ресурсами, ефективність їх розподілу та використання, а також демонструє здатність підприємства адаптуватися до змін у внутрішньому просторі. Комплексна оцінка фінансового стану підприємства дає змогу ефективно використовувати його економічний потенціал та оцінити позиції в умовах конкуренції [5].

У роботі приведено аналіз фінансово-економічних результатів Концерну «Міські теплові мережі» (м. Запоріжжя) у період з 01.01.2023 р. по 31.12.2024р., за основу якого був взятий Баланс (Звіт про фінансовий стан) за формою № 1 відповідного підприємства за 2023р. [6] та 2024 р. [7].

Результати аналізу фінансової звітності (горизонтальний та вертикальний аналізи) Концерну «Міські теплові мережі» показали на збільшення чистого фінансового результату на 38,48%, чому сприяло збільшення фінансового результату від операційної діяльності на 16,22% та скорочення витрат в 1,14 разів.

Аналізуючи данні сукупного доходу Концерну «Міські теплові мережі» в зазначений період ми спостерігаємо збільшення в 2024 р. сукупного доходу на 72,28%.

Порівняння елементів операційних витрат Концерну показав на збільшення витрат на оплату праці на 17,1% за рахунок збільшення розміру мінімальної зарплати та збільшення чисельності штатних працівників, на збільшення витрат на амортизацію на 12,57 % за рахунок придбання нового устаткування та обладнання, що в свою чергу призвело до загального збільшення елементів операційних витрат на 118, 78 тис. грн.

Динаміка зміни показників фінансового стану Концерну «Міські теплові мережі» в період з 01.01.2023 р. по 31.12.2024 р. приведена на рис. 1 та свідчить о збільшенні активів в 1,14 разів за рахунок збільшення необоротних активів на 38,64% та оборотних активів на 3,53%, а також відповідно збільшення пасивів в 1,14 разів за рахунок збільшення власного капіталу на 27,84% та поточного зобов’язання і забезпечення на 5,66%.

Порівнюючи показники фінансової стійкості Концерну «Міські теплові мережі» в зазначений період встановлено збільшення усіх коефіцієнтів у 2024р. в межах 4,5– 10% та незначне їх відхилення від нормативних значень (зокрема, коефіцієнту автономії, коефіцієнту фінансової залежності та коефіцієнту фінансової стійкості).



Рисунок 1 – Динаміка зміни показників фінансового стану Концерну «Міські теплові мережі» в період з 01.01.2023 р. по 31.12.2024 р.

Аналіз показників прибутковості Концерну показав на збільшення рентабельності продажу на 10%, на незначне зростання рентабельності виробництва та власного капіталу, на збільшення показника чистого прибутку на 2%.

Отже, за даними аналізу фінансових результатів Концерну «Міські теплові мережі» (м. Запоріжжя) у період з 01.01.2023 р. по 31.12.2024р., відбулися загальні позитивні тенденції: підприємство поступово нарощує обсяги реалізації продукції та надання послуг, виходить зі збитковості на отримання прибутку від операційної та фінансової діяльності.

Таким чином, одночасне використання різних фінансових показників аналізу фінансового стану та результатів діяльності дозволяє більш об'єктивно та комплексно оцінити ефективність діяльності підприємства, а обрання правильних інструментів фінансового аналізу для оцінки ефективності діяльності підприємства можна успішно використовувати також для моніторингу фінансової ситуації в заданому часовому горизонті.

Список використаних джерел

1. Лучко М. Р., Жукевич С. М., Фаріон А. І. Фінансовий аналіз : навч. посіб. Тернопіль : ТНЕУ, 2016. 304 с.

2. Литвин Б. М., Стельмах М. В. Фінансовий аналіз : навч. посіб. Київ : ХайТек Прес, 2008. 336 с.

3. Проскуріна Н., Гнідкова А. Аналіз фінансового стану та фінансових результатів як інструмент оцінки ефективності діяльності підприємства. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 43. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-43-74.

4. Фесенко В. В., Воронцова Л. А. Аналіз фінансових результатів підприємств України. *Ефективна економіка*. 2020. № 1. https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.1.3.

5. Підгаєць С. Комплексна оцінка фінансового стану підприємства на основі розрахунку інтегрального показника. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 70. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-70-41

6. Баланс (Звіт про фінансовий стан) на 31 грудня 2023р. URL: https://teploseti.zp.ua/wp-content/uploads/2024/03/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%81-2023-%D1%80%D1%96%D0%BA.pdf (дата звернення: 23.10.2025).

7. Баланс (Звіт про фінансовий стан) на 31 грудня 2024р. URL: https://teploseti.zp.ua/wp-content/uploads/2025/05/Balans-za-2024-rik.pdf (дата звернення: 23.10.2025).

УДК 004.8:17.022.1

Воронкова Валентина Григорівна
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ
Нікітенко Віталіна Олександрівна
доктор філософських наук, професор,
професор кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ

СИНЕРГІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ І ЦИФРОВОГО ГУМАНІЗМУ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕПОХИ

У сучасну епоху цифровізації та прискореного розвитку інформаційних технологій концепція синергії штучного інтелекту (ШІ) та цифрового гуманізму постає одним із ключових напрямів гуманітарного та соціально-філософського знання. Актуальність цього явища обумовлена не лише технічним прогресом і проникненням ШІ у всі сфери людської діяльності, а й необхідністю забезпечення гармонійного розвитку людини в умовах цифрової трансформації суспільства. Цифровий гуманізм, як філософська платформа, спрямований на збереження людських цінностей, моральних принципів, критичного мислення та культури взаємодії в середовищі, де технології стають невід'ємною частиною соціального, економічного та культурного життя. Синергія ШІ та цифрового гуманізму полягає у взаємодоповнюванні технологічних можливостей та гуманістичного підходу до управління цінностями, знанням і соціальними процесами. Штучний інтелект, розглянутий як метатехнологія, здатен оптимізувати процеси обробки інформації, прогнозувати соціально-економічні тенденції, створювати адаптивні системи освіти, медицини та управління, водночас цифровий гуманізм забезпечує, щоб ці інновації слугували підвищенню якості життя людини, розвитку творчого та критичного потенціалу особистості, формуванню етичних стандартів цифрової взаємодії.

Концептуалізація синергії ШІ та цифрового гуманізму передбачає формування нових категорій і термінів, таких як «когнітивна держава», що

описує модель управління суспільством із використанням аналітики даних та інтелектуальних систем; «цифровий гуманістичний баланс», який фіксує співвідношення технологічного прогресу та збереження людських цінностей; та «інтелектуальний суверенітет», що визначає автономність суспільства та особистості у прийнятті рішень у цифровому середовищі. Ці концепти дозволяють окреслити рамки дослідження та впровадження етичних, соціально орієнтованих стратегій цифрового розвитку, що інтегрують потужності ШІ з гуманістичною місією людства. Особливо актуальним є те, що цифровий гуманізм у синергії з ШІ стає інструментом протидії технологічним ризикам, соціальній дезінтеграції та інформаційній нерівності. Він акцентує увагу на розвитку критичного мислення, цифрової грамотності та етичної компетентності, що дозволяє суспільству не лише ефективно використовувати алгоритмічні системи, а й формувати стійкі механізми саморегуляції в умовах цифрової екосистеми. Таким чином, синергія штучного інтелекту та цифрового гуманізму у цифрову епоху постає як концептуально новий підхід, який об'єднує технологічні інновації та гуманістичні цінності. Це створює основу для формування інтелектуально зрілого суспільства, здатного до адаптації та розвитку в умовах швидкоплинних технологічних і соціальних трансформацій, забезпечуючи баланс між ефективністю цифрових систем і гуманістичними пріоритетами розвитку людини та суспільства [1].

Практичні аспекти синергії штучного інтелекту та цифрового гуманізму проявляються у різних сферах суспільного життя, де технологічні інновації можуть бути ефективно інтегровані з гуманістичними цінностями та принципами. Однією з найбільш перспективних сфер є освіта, де ШІ здатен персоналізувати навчальний процес, створювати адаптивні платформи та аналізувати успішність студентів у реальному часі. У поєднанні з цифровим гуманізмом, який підкреслює розвиток критичного мислення, етичної компетентності та творчого потенціалу, такі платформи дозволяють не лише підвищувати ефективність навчання, а й формувати ціннісно орієнтовану особистість. Наприклад, інтеграція систем на базі ШІ у дистанційну освіту може передбачати рекомендації для розвитку софт-скілів, морального та культурного виховання, що відповідають принципам гуманістичної педагогіки.

У державному управлінні ШІ може забезпечувати аналіз великих обсягів даних для прийняття стратегічних рішень у сфері економіки, охорони здоров'я, екології та соціальної політики. Цифровий гуманізм, своєю чергою, визначає етичні рамки цього використання, сприяючи прозорості, соціальній справедливості та захисту прав людини. Концепт «когнітивної держави» передбачає, що державні органи зможуть приймати рішення, спираючись на аналітику даних і алгоритмічні моделі, одночасно дотримуючись гуманістичних принципів розвитку суспільства та підтримки інтелектуального суверенітету громадян.

У сфері бізнесу та промисловості синергія ШІ та цифрового гуманізму дозволяє оптимізувати процеси управління персоналом, підвищувати продуктивність і одночасно формувати корпоративну культуру, орієнтовану на соціальну відповідальність. Наприклад, системи штучного інтелекту можуть

прогнозувати ефективність проектів, визначати ризики та підбирати команди з урахуванням індивідуальних компетенцій, водночас гуманістичний підхід гарантує, що технології не знеособлюють працівників і підтримують їхній творчий та професійний розвиток.

Також варто виділити сферу культури та цифрових медіа, де поєднання ШІ і гуманістичного підходу дозволяє створювати персоналізований контент, інноваційні освітні ресурси та інтерактивні платформи для розвитку творчості. Наприклад, інтерактивні музеї та онлайн-платформи можуть використовувати алгоритми рекомендацій, водночас забезпечуючи етичне та культурно відповідальне подання матеріалу, що сприяє формуванню цінностей цифрового суспільства.

Можливості впровадження цієї синергії включають:

1. Розробку адаптивних освітніх платформ, які інтегрують ШІ для персоналізації навчання і підтримки критичного мислення.

2. Створення етичних алгоритмів у державному та корпоративному управлінні, які враховують соціальні та гуманістичні аспекти прийняття рішень.

3. Інтеграцію ШІ у культурні та креативні індустрії для підвищення доступності контенту та розвитку творчих здібностей.

4. Формування нормативних і етичних стандартів цифрового гуманізму, що забезпечують баланс між технологічним прогресом і цінностями людини.

5. Підготовку кадрів із цифрової та гуманістичної компетентності, що дозволяє ефективно взаємодіяти з алгоритмічними системами, зберігаючи соціально-етичні принципи. Таким чином, практична реалізація синергії ШІ і цифрового гуманізму створює умови для сталого та збалансованого розвитку суспільства, де технологічні інновації не підміняють, а посилюють гуманістичні цінності, сприяють розвитку інтелектуального потенціалу людини та забезпечують етичну, соціально відповідальну інтеграцію технологій у повсякденне життя.

Таким чином, зробимо висновок. Синергія штучного інтелекту та цифрового гуманізму відкриває нові перспективи для розвитку сучасного суспільства, в якому технологічні інновації поєднуються з гуманістичними цінностями. Використання ШІ дозволяє персоналізувати освітні процеси, підвищувати ефективність управління, створювати соціально орієнтовані сервіси та забезпечувати прозорість у державних і громадських структурах. Цифровий гуманізм у цьому контексті виступає як етичний орієнтир, що забезпечує баланс між технологічним прогресом і людськими цінностями, формуючи культуру відповідального використання даних, підтримку творчого потенціалу та соціальну справедливість. Впровадження принципів синергії ШІ та гуманізму сприяє створенню «когнітивної держави», інтелектуальних екосистем освіти, медицини та культури, а також підвищує стійкість соціально-економічних процесів у цифрову епоху [2].

Таблиця 1 – Практичні аспекти застосування та можливості впровадження синергії ШІ та цифрового гуманізму

Компонент	Опис	Методи оцінки	Практичні приклади
Освіта	Адаптивні навчальні платформи, персоналізація навчального процесу	Розвиток критичного мислення, творчості, етичної компетентності	Створення систем, які враховують індивідуальні потреби студентів і формують гуманістичні цінності
Державне управління	Аналіз великих даних для стратегічних рішень (економіка, охорона здоров'я, екологія)	Прозорість, соціальна справедливість, захист прав людини	Впровадження концепції «когнітивної держави» з алгоритмічним прийняттям рішень, що відповідають етичним стандартам
Бізнес і промисловість	Оптимізація управління персоналом, прогнозування ефективності проектів	Підтримка творчого потенціалу, корпоративна культура, соціальна відповідальність	Використання ШІ для формування команд та управління ризиками, збереження людського чинника в управлінні
Культура та медіа	Інтерактивні музеї, персоналізований контент, креативні платформи	Формування цінностей цифрового суспільства, культурна відповідальність	Створення онлайн-платформ і медіа-ресурсів, що поєднують технології з гуманістичними принципами
Охорона здоров'я	Системи прогнозування захворювань, діагностика на основі даних	Етичне використання медичної інформації, пацієнтоорієнтований підхід	Інтеграція ШІ у медичні сервіси з акцентом на безпеку та права пацієнтів
Соціальні та громадські ініціативи	Алгоритми аналізу соціальних потреб, прогнозування кризових ситуацій	Соціальна справедливість, включення вразливих груп	Впровадження систем раннього попередження та планування соціальних програм з гуманістичною орієнтацією

Джерело (дослідження авторів)

Список використаних джерел:

1. Ніктенко В., Воронкова В., Кивлюк О. Цифровий гуманізм як нова парадигма розвитку сучасних гуманітарних наук. *Humanities studies*: зб. наук. пр. Запоріжжя : Гельветика, 2025. 22 (99). С. 81–90. DOI https://doi.org/10.32782/hst-2025-22-99-09.
2. Кивлюк О. П., Воронкова В. Г. Концептуальна матриця комунікаційного простору постінформаційного суспільства. *Комунікаційний простір постінформаційного суспільства: гуманітаристика перед викликами воєнного часу* : зб. матеріалів III Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 22 трав. 2025 р.). Київ : НУБіП України, 2024. С. 150-151.

УДК: 101.1:005.334:330

Горбуля Майя Анатоліївна
пошукач кафедри управління та адміністрування
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

ФЕНОМЕН РИЗИКУ ТА СТАБІЛЬНОСТІ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ

У сучасну добу глобальної нестабільності, економічної турбулентності та зростання непередбачуваних викликів проблема ризику та стабільності фінансово-економічних систем набуває особливої актуальності. Соціально-філософський аналіз цього феномену дозволяє розкрити не лише економічну, а й онтологічну, епістемологічну та аксіологічну природу ризику й стабільності, визначити їхню роль у розвитку суспільства, держави та людини. Феномен ризику розглядається як невід'ємна складова буття людини й соціальних систем, що виникає в умовах невизначеності, випадковості та складної взаємодії між природними, соціальними й технологічними чинниками. У філософському дискурсі ризик інтерпретується як форма існування свободи, відповідальності та креативності людини, як рушій соціальних і економічних змін. На думку Ульріха Бека, сучасне суспільство можна визначити як «суспільство ризику», у якому небезпека стає системним елементом глобалізованого світу, а за Насімом Талебом – як світ, у якому панує невизначеність, і єдиною ефективною стратегією стає здатність до антикрихкості, тобто зміцнення під впливом стресу, шоку й хаосу. Стабільність, у свою чергу, виступає філософською та соціально-економічною категорією, що відображає здатність системи зберігати цілісність, рівновагу та функціональність у процесі постійних змін. У контексті фінансово-економічних систем стабільність пов'язується з поняттями рівноваги, гомеостазу та адаптації, які забезпечують можливість гармонійного розвитку. Вона не означає статичності, а є динамічною рівновагою, що дозволяє системі реагувати на

ризики та виклики, перетворюючи їх на джерело оновлення. У цьому сенсі стабільність та ризик постають не як протилежності, а як взаємозалежні феномени: ризик стимулює розвиток, а стабільність забезпечує умови для його конструктивного здійснення. Діалектика ризику й стабільності розкриває глибоку внутрішню взаємодію між хаосом і порядком, невизначеністю та структурою. Фінансово-економічні системи, що прагнуть абсолютної стабільності, стають крихкими, втрачаючи здатність до адаптації. Натомість антикрихкі системи, про які пише Талеб, не лише витримують стрес і шок, а й використовують їх як джерело росту й удосконалення [1].

Це формує нову парадигму стійкості, у межах якої головним завданням стає не уникнення ризику, а його усвідомлене використання. Соціально-філософський аспект стабільності полягає у взаємозв'язку економічної рівноваги з етичними, культурними та ціннісними орієнтирами суспільства. Стабільність економічної системи неможлива без довіри, моральної відповідальності, високого рівня соціального капіталу та зрілої культури ризику. В умовах цифровізації, розвитку штучного інтелекту та глобальних трансформацій виникають нові форми економічної стабільності, засновані на знаннях, інформації, інноваціях і швидкому реагуванні на зміни. Людський фактор, свідомість і ціннісна орієнтація суб'єктів стають ключовими чинниками забезпечення стійкості системи. Отже, феномен ризику та стабільності у фінансово-економічних системах потребує осмислення у соціально-філософському контексті як діалектичної єдності протилежностей. Ризик не є лише загрозою – він виступає каталізатором оновлення та джерелом розвитку, тоді як стабільність не є застиглим станом, а процесом постійного балансування між впорядкованістю і хаосом. Сучасна філософія стійкості передбачає перехід від ідеї контролю ризику до ідеї його творчого використання, що відкриває можливість для формування антикрихких систем, здатних розвиватися в умовах невизначеності. Таким чином, соціально-філософський аналіз феномену ризику й стабільності дозволяє побачити нову логіку існування складних фінансово-економічних систем у добу глобальної турбулентності - логіку, що поєднує гнучкість, адаптивність і духовно-ціннісну відповідальність**.** Подолання ризику та забезпечення стабільності фінансово-економічної системи вимагає комплексного, міждисциплінарного підходу, який поєднує економічні, соціальні, управлінські й філософські засоби. Філософія сучасної стійкості виходить із розуміння того, що ризик неможливо повністю усунути, але можна навчитися ним керувати, перетворюючи його на ресурс розвитку. Основними характеристиками процесу подолання ризику є усвідомленість, адаптивність, антикрихкість, інноваційність та етична відповідальність.

Усвідомленість передбачає здатність системи як на рівні індивідів, так і на рівні інституцій розуміти природу ризиків, передбачати можливі сценарії їхнього розвитку та формувати стратегії реагування. Це включає розвиток аналітичного мислення, прогнозування та сценарного планування, що дозволяє зменшувати невизначеність і підвищувати ефективність управлінських рішень. Адаптивність означає гнучкість фінансово-економічних структур, їхню

здатність до швидкої перебудови у відповідь на зовнішні зміни. Адаптивна система не намагається уникнути змін, а вчиться використовувати їх як можливість для вдосконалення. Така здатність формується через розвиток цифрових технологій, системи аналітики даних, автоматизацію процесів і застосування штучного інтелекту, що дозволяє оперативно реагувати на коливання ринку, кризові явища чи глобальні виклики. Антикрихкість, як показує концепція Насіма Талеба, є вищим рівнем подолання ризику. На відміну від простої стійкості, яка лише протистоїть шоку, антикрихка система зміцнюється завдяки стресу. Це означає, що фінансово-економічна система має бути побудована так, щоб кожна криза ставала не загрозою, а поштовхом до самовдосконалення.

Інноваційність як характеристика подолання ризику полягає у створенні нових інституційних, технологічних і соціальних форм, які дозволяють знаходити нестандартні рішення у кризових ситуаціях. Інновації знижують рівень вразливості системи, роблять її більш гнучкою й орієнтованою на майбутнє. У цьому контексті цифрова трансформація, фінтех-технології, блокчейн і штучний інтелект виступають не лише технічними інструментами, а й чинниками філософської переорієнтації економічного мислення - від реактивного до проактивного. Будь-яка фінансова чи економічна стабільність неможлива без довіри, прозорості, справедливості та соціальної солідарності. Етика ризику передбачає розуміння того, що кожне економічне рішення має соціальні наслідки, а отже, управління ризиком стає не лише технічною, а й моральною категорією. Таким чином, подолання ризику у фінансово-економічній системі ґрунтується на гармонійному поєднанні раціонального управління, технологічних інновацій і філософії антикрихкості. Воно передбачає перехід від ідеї контролю до ідеї співжиття з ризиком, від захисту до розвитку через кризу. Стабільність у сучасному світі - це не стан спокою, а процес постійного самовдосконалення, у якому ризик стає інструментом навчання, а невизначеність – джерелом оновлення. Саме таке розуміння дозволяє формувати нову модель філософії стійкості - гнучку, етичну, інноваційну та антикрихку, здатну забезпечити розвиток у добу глобальної турбулентності [2]. Феномен ризику та стабільності фінансово-економічної системи відображає складну діалектику сучасного світу, у якому невизначеність і турбулентність є не лише загрозами, а й умовами розвитку. Соціально-філософський аналіз показує, що подолання ризику не означає його усунення, а передбачає формування антикрихкого мислення, здатного перетворювати виклики на можливості. Стабільність у цьому контексті постає не як статична рівновага, а як динамічний процес адаптації, оновлення й внутрішнього зміцнення системи. Фінансова й економічна стійкість досягається завдяки поєднанню усвідомленості, інноваційності, адаптивності, етичної відповідальності та філософії антикрихкості, що дозволяє не лише зберігати рівновагу, а й розвиватися у відповідь на глобальні виклики. Таким чином, сучасна філософія ризику та стабільності відкриває новий тип мислення - мислення стійкості, гнучкості й творчої взаємодії з невизначеністю, що є запорукою сталого розвитку в добу турбулентності.

Список використаних джерел

1. Taleb N. N. Antifragile: Things that gain from disorder. Random House, United States. 2012. 519 p.
2. Taleb N. N. Skin in the game: Hidden asymmetries in daily life. Random House, United States. 2018. 304 p.

УДК 339.13:336.74

Діхтяр Анастасія Дмитрівна
здобувачка вищої освіти спеціальності D1 «Облік і оподаткування»
Меліхов Євген Валентинович
асистент кафедри ІЕПФ ІННІ ім. Ю.М. Потебні
Меліхова Тетяна Олегівна
д.е.н., професор, завідувач кафедри ОАОА ІННІ ім. Ю.М. Потебні
Запорізький національний університет

ТЕОРІЯ ТОВАРУ І ГРОШЕЙ

У сучасних умовах ринкової економіки теорія товару і грошей є надзвичайно актуальною, оскільки саме ці категорії визначають основні механізми функціонування господарства. Зростання інфляції, поява цифрових грошей, активний розвиток фінансових ринків і глобалізація обміну вимагають глибокого розуміння природи товару та грошей, їх ролі у формуванні цін, доходів і добробуту суспільства. Без знання основ товарно-грошових відносин неможливо ефективно оцінити економічні процеси чи ухвалювати раціональні рішення у сфері виробництва, торгівлі чи державної політики. Товар є базовою економічною категорією, що відображає продукт праці, створений для обміну. Він має дві властивості – **споживчу вартість** і **вартісну.** Споживча вартість визначає здатність товару задовольняти певну потребу, а вартісна виражає суспільно необхідні витрати праці, необхідні для його виробництва. Саме поєднання цих двох властивостей формує економічну сутність товару.

У працях економістів-класиків, зокрема Адама Сміта та Девіда Рікардо, вартість товару трактувалася як об’єктивна категорія, що визначається працею. Карл Маркс у праці «Капітал» систематизував це вчення, показавши, що обмін товарів відображає соціальні відносини між виробниками. Згодом неокласична школа (В. Джевонс, К. Менгер, Л. Вальрас) висунула ідею **граничної корисності**, згідно з якою вартість визначається суб’єктивною оцінкою споживача.

У процесі розвитку обміну виникла потреба у **універсальному еквіваленті**, який би дозволяв зіставляти всі товари між собою. Так з’явилися **гроші** – особливий товар, що виконує роль загального еквівалента вартості. Гроші історично пройшли еволюцію від товарних (метали, сіль, худоба) до паперових, електронних і цифрових форм. Як зазначав Людвіг фон Мізес у

праці *«Теорія грошей і кредиту»*, гроші виникли природним шляхом з обміну, коли певний товар (золото або срібло) став найзручнішим засобом обігу [4].

Гроші виконують кілька основних **функцій**:

1. **Міра вартості** – через гроші порівнюється вартість усіх товарів;
2. **Засіб обігу** – гроші посередничають у купівлі-продажу;
3. **Засіб нагромадження (збереження вартості)** - гроші дозволяють переносити вартість у часі;
4. **Засіб платежу** – використовуються для погашення зобов'язань;
5. **Світові гроші** – застосовуються у міжнародних розрахунках.

Кількісна теорія грошей, розроблена Ірвінгом Фішером і пізніше розвинена Мілтоном Фрідманом, описує зв'язок між кількістю грошей в обігу (M), швидкістю їх обігу (V), рівнем цін (P) та обсягом товарів (Q):

$$M \cdot V = P \cdot Q.$$

Це означає, що за сталого обсягу виробництва збільшення грошової маси веде до зростання цін – інфляції [1].

На відміну від класичної школи, Джон Мейнард Кейнс у своїй праці «Загальна теорія зайнятості, відсотка та грошей» стверджував, що гроші не є нейтральними. Вони впливають на рівень зайнятості, відсоткову ставку та інвестиційну активність. На думку Кейнса, збільшення грошової маси може стимулювати економічне зростання у періоди спаду [3].

Взаємозв'язок товару і грошей полягає в тому, що гроші є формою вираження вартості товару. Без товарів гроші не мають реального змісту, а без грошей товарний обмін був би надто складним. Тому розвиток грошей – це продовження еволюції товарного обміну. Гроші, будучи загальним еквівалентом, забезпечують ефективний розподіл ресурсів і обіг вартостей у суспільстві.

У сучасному світі роль грошей зазнає змін. З'явилися **електронні та цифрові валюти**, які розширюють поняття грошового обігу. Науковці Ісаая Халл та Ор Саттат у статті «*Перегляд властивостей грошей»* зазначають, що цифрові гроші мають нові властивості - швидкість, децентралізованість і глобальний доступ, що змінює класичне розуміння грошової системи [2].

Попри технологічні зміни, сутність товарно-грошових відносин залишається незмінною: товар залишається носієм вартості, а гроші – засобом її вираження та обміну. Знання цих принципів дозволяє зрозуміти механізми інфляції, коливання валютного курсу, економічні кризи та процеси відновлення рівноваги на ринку.

Отже, теорія товару і грошей – це основа економічної науки, яка пояснює процеси створення, вимірювання та обміну вартості. Вона дозволяє зрозуміти, як формуються ціни, як працює ринкова економіка, і яку роль відіграють гроші у підтриманні її стабільності. Сьогодні, в епоху цифрових технологій, ця теорія залишається актуальною, оскільки допомагає адаптувати класичні економічні принципи до нових реалій фінансового світу.

Список використаних джерел

1. Friedman M., Leeson R., Palm C. Selections from The Collected Works of Milton Friedman. Stanford : Hoover Institution, 2017. 260 p.
2. Hull I., Sattath O. Revisiting the Properties of Money. *arXiv*, 2021. P. 1-27. https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.04483
3. Keynes J. The General Theory of Employment, Interest and Money. United Kingdom : Palgrave Macmillan, 1936. 472 p.
4. Mises L. The Theory of Money and Credit. Indianapolis : Ind. Liberty Fund., 1981. 541 p.

УДК 657:336.22:334.722

Зімагоров Макар Євгенович,
здобувач вищої освіти
спеціальності 071 Облік і оподаткування
ВСП Економіко-правничий коледж ЗНУ
Меліхов Євгеній Валентинович,
асистент кафедри інформаційної економіки,
підприємництва та фінансів, здобувач PhD
Запорізький національний університет
викладач ВСП Економіко-правничий коледж ЗНУ
Меліхова Тетяна Олегівна,
д.е.н., професор, завідувач кафедри обліку,
аналізу, оподаткування та аудиту
Запорізький національний університет
викладач ВСП Економіко-правничий коледж ЗНУ

ОБЛІК І ОПОДАТКУВАННЯ СУБ'ЄКТІВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

Повномасштабне вторгнення Російської Федерації 24 лютого 2022 року докорінно змінило економічний простір України, створивши значні виклики для розвитку малого та середнього бізнесу (далі – МСБ), яке відіграє ключову роль у підтримці національної економіки. Руйнація активів, порушення логістичних ланцюгів і масштабне переміщення населення спричинили критичну загрозу для функціонування цього сектора. У представленій роботі здійснюється аналіз комплексу державних заходів та інституційних інструментів, запроваджених для підтримки МСБ у умовах воєнного стану. Основна мета дослідження полягає у проведенні критичної оцінки ефективності цих ініціатив, виявленні основних бар'єрів для їх реалізації.

Актуальність цього дослідження зумовлена центральною роллю МСБ у забезпеченні економічної стабільності та соціальної стійкості України. У контексті воєнного часу підтримка цього сектора набула статусу

стратегічного завдання, безпосередньо пов'язаного з гарантуванням національної безпеки. Специфіка ситуації полягає у необхідності для бізнесу вести боротьбу одночасно проти зовнішньої агресії та таких внутрішніх системних вад, як корупція та адміністративного тиску. Здатність державної політики комплексно і дієво реагувати на обидва фронти визначає її кінцеву ефективність. У відповідь на ці виклики урядом було запроваджено систему підтримки, що поєднувала фінансові, фіскальні, регуляторні та прямі операційні інструменти.

Уряд застосував двокомпонентний підхід, що включав пільгове кредитування та безповоротні гранти.

- Пільгове кредитування. Державна програма «Доступні кредити 5-7-9%» перетворилася з інструменту розвитку на засіб виживання бізнесу. У 2022 році було тимчасово запроваджено ставку 0% та збільшено кредитні ліміти. За даними Міністерства фінансів, за період з лютого 2022 року до осені 2025 року було видано понад 90 тисяч кредитів на загальну суму близько 338 млрд грн. Додатково Експортно-кредитне агентство здійснювало страхування ризиків для експортерів, стимулюючи їхню діяльність [1].
- Безповоротні гранти. Програма «єРобота», що стартувала в липні 2022 року, була спрямована на створення нових бізнесів та робочих місць. До кінця 2024 року в межах програми було видано приблизно 24 тисячі грантів на суму понад 11 млрд грн, що сприяло створенню понад 60 тисяч робочих місць [5].

Основою фіскальної підтримки малого бізнесу в Україні традиційно є спрощена система оподаткування, обліку та звітності, регламентована Податковим кодексом України. Ця система дозволяє підприємцям сплачувати єдиний податок з доходу замість низки інших податків і зборів, що суттєво зменшує адміністративне навантаження [4].

Одним із заходів економічного реагування на повномасштабну агресію стала тимчасова лібералізація спрощеної системи оподаткування. Зокрема, платникам єдиного податку, що належали до третьої групи, було надано опцію переходу на спеціальний режим зі ставкою 2% від обороту. Ця ініціатива була покликана мінімізувати податкове навантаження на підприємства у найбільш кризовий початковий етап війни. Проте, у 2023 році, з огляду на суттєві фіскальні втрати бюджету та нагальну необхідність акумулювання ресурсів для оборонних потреб, зазначений пільговий режим було анульовано. Такий крок демонструє складний процес балансування між політикою підтримки бізнес-середовища та забезпеченням ключових державних функцій в умовах воєнного стану [9].

Паралельно з податковими спрощеннями, держава підтримує МСБ через полегшення ведення бухгалтерського обліку. Відповідно до Наказу Міністерства фінансів України № 422 від 25.06.2003 р., малі підприємства мають право застосовувати спрощену форму бухгалтерського обліку [2]. Це включає використання спеціалізованого, скороченого Плану рахунків, що містить 30 рахунків, що значно знижує складність ведення обліку [3]. Складання фінансової звітності для СМП регулює НП(С)БО 25, складання якої теж значно простіше ніж звичайної [8].

Для зменшення адміністративного тиску також було запроваджено мораторій на більшість перевірок бізнесу. Хоча його запровадили для зменшення тиску, численні винятки зберегли можливості для контролюючих органів, що, за оцінками експертів, частково нівелювало його ефективність [7].

Прикладна цінність проведеного аналізу статей та нормативних актів у формуванні структурованого огляду антикризової економічної політики України, що є релевантним для національних стейкхолдерів та міжнародних партнерів. Він систематизує емпіричний досвід, який може бути екстрапольований для розробки моделей реагування на кризи в інших державах. Ідентифікація як успішних інструментів (адаптивне кредитування, гранти, релокація), так і неефективних підходів («дірявий» мораторій) надає можливість для обґрунтованої корекції державної політики. Отримані результати можуть бути інтегровані в процес стратегічного планування повоєнного відновлення.

Отже, сьогоднішні реалії вимагають формування комплексної системи підтримки, що базується на зрозумілих правилах, стабільних умовах ведення бізнесу та заохоченні підприємницької діяльності. У майбутньому розвиток малого та середнього бізнесу має ґрунтуватися на суттєвих законодавчих змінах, зокрема, спрощенні процедур регулювання, посиленні відповідальності державних органів, зменшенні податкового навантаження та забезпеченні рівних умов для всіх суб'єктів господарювання. Лише в такому випадку держава зможе не просто підтримувати бізнес у скрутні часи, а й забезпечити його активний розвиток, конкурентоспроможність та стабільність економіки в довгостроковій перспективі.

Список використаних джерел

1. За час повномасштабної війни підприємці отримали понад 90 тис. доступних кредитів на 336,7 млрд грн за держпрограмою «5-7-9%». URL: https://mof.gov.ua/uk/news/minfin_za_chas_povnomasshtabnoi_viini_pidpriiemtsi_otrimali_ponad_90_tis_dostupnikh_kreditiv_na_3367_mlrd_grn_za_derzhprogramoiu_5-7-9-5341 (дата звернення: 21.10.2025).
2. Про затвердження Методичних рекомендацій по застосуванню регістрів бухгалтерського обліку малими підприємствами : Наказ Міністерства фінансів України від 25.06.2003 р. № 422. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0422201-03 (дата звернення: 21.10.2025).
3. Про затвердження спрощеного Плану рахунків бухгалтерського обліку : Наказ Міністерства фінансів України від 19.04.2001 р. № 186. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0389-01 (дата звернення: 21.10.2025).
4. Податковий кодекс України : Закон України від 02.12.2010 р. № 2755-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17 (дата звернення: 21.10.2025).
5. Свириденко: Завдяки грантовій програмі єРобота створено понад 60 тисяч нових робочих місць. 27.12.2024. URL: https://me.gov.ua/News/Detail?lang=uk-UA&id=72b87b21-a758-472c-8194-1911c8f8142a&title=DostupniKrediti5-

7-9 (дата звернення: 21.10.2025)

6. 75% компаній працюють в повному обсязі станом на початок 2025 року. URL: https://eba.com.ua/75-kompanij-pratsyuyut-v-povnomu-obsyazi-stanom-na-pochatok-2025-roku/ (дата звернення: 21.10.2025).

7. Мораторій на перевірки бізнесу потрібно зберегти. URL: https://drs.gov.ua/press-room/moraloriy-na-perevirky-biznesu-potribno-zberegty/ (дата звернення: 21.10.2025).

8. Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 25 «Спрощена фінансова звітність» : Наказ М-ва фінансів України від 25.02.2000 р. № 39. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0161-00#Text (дата звернення: 21.10.2025).

9. Кознова О. Скасовано 2% єдиний податок: як відбуватиметься перехід та на яку систему оподаткування. URL: https://biz.ligazakon.net/news/221267_skasovano-2-diniy-podatok-yak-vdbuvatimetsya-perekhd-ta-na-yaku-sistemu-opodatkuvannya (дата звернення: 21.10.2025).

УДК 657.1:657.4

Калько Єва Олегівна,
здобувач спеціальності 071 Облік і оподаткування
ВСП Економіко-правничий коледж ЗНУ
Меліхов Євгеній Валентинович,
асистент кафедри інформаційної економіки,
підприємництва та фінансів, здобувач PhD
Меліхова Тетяна Олегівна,
д.е.н., професор, завідувач кафедри обліку,
аналізу, оподаткування та аудиту
Запорізький національний університет
викладачі ВСП Економіко-правничий коледж ЗНУ

АКТИВНІ І ПАСИВНІ РАХУНКИ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ПОБУДОВИ

У бухгалтерському обліку рахунки є головними засобами для запису та впорядкування господарських операцій організації. Вони поділяються на активні, пасивні та активно-пасивні. Усвідомлення їхньої мети та принципів створення є вирішальним для коректного ведення обліку та формування фінансової звітності.

Активні рахунки відображають майно та ресурси підприємства, які використовуються у господарській діяльності: Грошові кошти: каса, банківські рахунки; Запаси, сировина і матеріали, готова продукція. Дебіторська заборгованість: суми, які підприємство повинно отримати від дебіторів. Основні засоби обладнання, будівлі, транспортні засоби. Особливості активних рахунків: Мають дебетовий залишок; Збільшення відображається за дебетом, зменшення – за кредитом. Вони відображають стан та рух ресурсів підприємства.

Пасивні рахунки відображають джерела формування майна підприємства, а саме його зобов’язання та власний капітал. Статутний капітал: внески засновників; Резерви: фонди, створені для покриття майбутніх витрат; Кредиторська заборгованість: суми, які підприємство повинно сплатити постачальникам, банкам тощо; Особливості пасивних рахунків: Мають кредитовий залишок. Збільшення відображається за кредитом, зменшення – за дебетом. Відображають джерела фінансування підприємства.

Активно-пасивні рахунки поєднують ознаки як активних, так і пасивних рахунків. Вони використовуються для обліку операцій, які можуть впливати як на активи, так і на пасиви підприємства: Рахунки розрахунків: наприклад, рахунки з постачальниками та покупцями. Рахунки доходів та витрат: відображають надходження та витрати, які впливають на фінансовий результат. Активно-пасивні рахунки можуть відображати як дебетовий, так і кредитовий залишок. Їх застосовують для фіксації господарських операцій, які змінюють структуру балансу підприємства.

Принцип подвійного запису: кожна господарська операція відображається на двох рахунках – дебет одного та кредит іншого. Принцип балансу: сума дебетових залишків повинна дорівнювати сумі кредитових залишків. Принцип економічної доцільності: рахунки повинні відображати економічний зміст операцій, а не їх юридичну форму. Принцип єдності: рахунки повинні бути побудовані за єдиною схемою, що забезпечує їх взаємозв'язок та порівнюваність. Порівняння активних та пасивних рахунків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння активних та пасивних рахунків

Параметр	Активні рахунки	Пасивні рахунки
Суть	Майно та ресурси підприємства	Джерела формування майна
Основний залишок	Дебетовий	Кредитовий
Збільшення	Дебет	Кредит
Зменшення	Кредит	Дебет
Приклади	Каса, банк, сировина, обладнання	Статутний капітал, кредити, резерви
Призначення	Контроль наявності та руху ресурсів	Контроль джерел фінансування

Отже, правильне розуміння та застосування активних, пасивних та активно-пасивних рахунків є основою для ведення достовірного бухгалтерського обліку і складання фінансової звітності. Виконання принципів побудови рахунків забезпечує: Системність та чіткість обліку. Контроль за станом та рухом ресурсів підприємства. Прозорість фінансових потоків для управління та прийняття рішень.

Список використаних джерел

1. Про бухгалтерський облік та фінансову звітність в Україні : Закон України від 16.07.1999 № 996-XIV. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/996-14#Text (дата звернення: 21.10.2025).
2. Національне положення (стандарт) бухгалтерського обліку в державному секторі 135 «Витрати» Мінфін України : Наказ, Положення, Стандарт від 18.05.2012 № 568. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0903-12#Text (дата звернення: 21.10.2025).
3. Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій Мінфін України : Інструкція від 30.11.1999 № 291. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99#Text (дата звернення: 21.10.2025).
4. План рахунків бухгалтерського обліку із субрахунками. URL: https://document.vobu.ua/doc/3294 (дата звернення: 21.10.2025).
5. Рахунок 60 «Короткострокові позики». URL: https://oblikbudget.com.ua/article/1024-rahunok-60-korotkostrokov-poziki (дата звернення: 21.10.2025).
6. Облік короткострокових кредитів банків та векселів виданих на підприємстві. URL: https://naub.oa.edu.ua/oblik-korotkostrokovyh-kredytiv-ban/ (дата звернення: 21.10.2025).

УДК 316.3:141.82:004

Коломоєць Ірина Василівна
здобувач другого року навчання PhD спеціальності 033 «Філософія»,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Воронкова Валентина Григорівна
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім.Ю.М. Потебні ЗНУ

ФЕНОМЕН ЦИФРОВОГО ГУМАНІЗМУ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ ВИМІРИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

У сучасну епоху стрімкої цифровізації феномен цифрового гуманізму постає як одна з ключових парадигм філософського осмислення взаємин між людиною, технологіями та суспільством. Глобальні процеси диджиталізації не лише трансформують економіку, освіту, культуру, а й радикально змінюють антропологічний вимір буття. Людина, її свідомість, свобода, творчість і відповідальність опиняються у новому полі викликів, де цифрові технології стають не просто інструментом, а середовищем існування. Саме тому виникає потреба у формуванні філософії цифрового гуманізму – системи цінностей і смислів, спрямованих на гармонізацію взаємодії між технологічним прогресом та людською гідністю. Цифровий гуманізм набуває особливої актуальності у

контексті постгуманістичних тенденцій, які прагнуть переосмислити сутність людини у світі штучного інтелекту, автоматизації та віртуальної реальності. В умовах інформаційної перенасиченості, алгоритмізації рішень та загрози втрати автентичності особистості постає завдання – зберегти гуманістичний вимір технологічного розвитку. Для України, що переживає етап глибоких соціокультурних і цивілізаційних трансформацій, проблема цифрового гуманізму має також стратегічне значення як основа формування етики цифрового суспільства, орієнтованої на людину, її гідність і свободу творчості. Концептуалізація феномена. Цифровий гуманізм можна визначити як соціально-філософську концепцію, що поєднує ідеї гуманістичної традиції з новими викликами цифрової епохи. Його ядро становить принцип пріоритету людини над технологією – технологічний розвиток має служити розкриттю людського потенціалу, а не його підпорядкуванню. Основні концепти цифрового гуманізму включають:

1) антропоцентризм нового типу – перехід від класичного гуманізму до інтегративного, де людина співіснує з інтелектуальними системами як партнер;

2) етико-ціннісний вимір – формування цифрової етики, що визначає межі технологічної свободи;

3) філософія відповідальності – усвідомлення моральних наслідків цифрової діяльності;

4) цифрова ідентичність – новий спосіб самовираження і самореалізації людини у віртуальному просторі;

5) трансгуманістичний потенціал – пошук балансу між удосконаленням людини за допомогою технологій і збереженням її природної сутності.

Таким чином, феномен цифрового гуманізму розкриває нову парадигму соціально-філософського мислення, спрямовану на осмислення майбутнього, у якому технологічний прогрес поєднується з гуманістичними ідеалами – свободою, творчістю, співчуттям і духовністю. Цифровий гуманізм у зарубіжних джерелах розглядається як філософсько-соціальна концепція, що виникла у відповідь на глобальну цифрову трансформацію, виклики технологічного детермінізму та зростаючий вплив штучного інтелекту. Його сутність полягає у прагненні зберегти й утвердити людяність, гуманістичні цінності та свободу особистості в умовах панування цифрових технологій. Поняття «Digital Humanism» з’явилося в середині 2010-х років і активно розвивається у працях європейських науковців, зокрема у межах ініціативи Digital Humanism Initiative (Віденський технічний університет).

Мета – забезпечити, щоб технологічний розвиток залишався людиноцентричним, спрямованим на служіння суспільству, демократії та сталому розвитку, а не перетворювався на інструмент домінування машин або алгоритмів над людиною. Основні характеристики цифрового гуманізму полягають у його антропоцентричній спрямованості, етичній обґрунтованості, критичному ставленні до технологічного детермінізму, міждисциплінарності та орієнтації на соціальну дію. Людина, її гідність, свобода, автономність і творчий потенціал є центральними категоріями цієї концепції. Цифровий гуманізм відкидає як ідею «людина – машина», що знеособлює особистість, так

і гіпотезу «машина – людина», яка підмінює людське мислення алгоритмічними процесами. Він наголошує, що технології не повинні бути самоціллю – вони мають залишатися засобом підвищення якості людського життя, розвитку критичного мислення, освіти, комунікації та культури. Важливою рисою цифрового гуманізму є його аксіологічна насиченість. Зарубіжні дослідники, зокрема Е. Прем та автори «Vienna Manifesto on Digital Humanism» (2019), підкреслюють, що основними цінностями цієї парадигми є людська гідність, свобода, справедливість, інклюзія, рівність, демократія, право на приватність та участь у цифрових процесах. Ці принципи мають бути інтегровані у цифрову політику, економіку, освіту та управління. Цифровий гуманізм критично оцінює алгоритмічне управління, штучний інтелект і великі дані, закликаючи до прозорості, етичного контролю, соціальної відповідальності розробників і користувачів технологій. Цифровий гуманізм філософію, соціологію, право, інформатику, економіку, культуру та політику. Він прагне сформувати єдину рамку, що дозволяє осмислювати цифрову трансформацію не лише як технологічний, а як культурно-цивілізаційний процес. У цьому контексті цифровий гуманізм співвідноситься з постгуманізмом і трансгуманізмом, але водночас дистанціюється від їхніх крайніх форм, відстоюючи ідею людини як духовно-етичної істоти, здатної до саморефлексії, емпатії й морального вибору. Його ключова позиція - технології мають бути підконтрольні людині, а не навпаки. У зарубіжних дослідженнях цифровий гуманізм також пов’язується зі сталим розвитком, екологічною свідомістю та соціальною справедливістю. Йдеться про те, що цифрова економіка, «smart»-технології та штучний інтелект повинні розвиватися не лише з огляду на ефективність, але й на морально-етичні, культурні та екологічні критерії. Таким чином, цифровий гуманізм виступає концептуальною альтернативою технологічному утопізму, пропонуючи філософську модель, у якій розвиток технологій гармонійно поєднується з розвитком людини, суспільства й природи. Отже, цифровий гуманізм у зарубіжних джерелах постає не просто як гуманістична ідеологія нової епохи, а як практична філософія дії, покликана забезпечити баланс між технологічним прогресом і людяністю.

Цифровий гуманізм виступає відповіддю на кризу традиційних гуманістичних цінностей у добу штучного інтелекту та тотальної діджиталізації. Його сутність полягає у збереженні людського виміру в технологічному світі, де головним має залишатися не алгоритм, а людина як носій розуму, творчості та моралі. Цифровий гуманізм поєднує етичний, філософський та технологічний підходи, спрямовані на створення суспільства, в якому цифрові технології підсилюють людські можливості, а не замінюють їх. Він базується на принципах гідності, свободи вибору, відповідальності, інклюзивності та сталого розвитку. У сучасних умовах цифровий гуманізм стає ключовим чинником формування цифрової культури та розвитку «розумного суспільства», де взаємодія людини й технології має взаємодоповнювальний, а не конкурентний характер. Для України концепт цифрового гуманізму набуває особливого значення в контексті післявоєнної відбудови, оскільки забезпечує філософське підґрунтя для побудови цифрової держави, заснованої на

цінностях людиноцентризму, відкритості та довіри. Цифровий гуманізм визначає нову парадигму соціального розвитку - «людина + технологія» як гармонійна система, де цифровізація стає не самоціллю, а засобом досягнення соціального добробуту, творчої самореалізації та сталого розвитку цивілізації [1].

Практичні рекомендації:

1) Освітня політика – запровадити курси з етики цифрових технологій, філософії штучного інтелекту та «цифрового гуманізму» для формування критичного мислення і відповідального ставлення до інновацій.

2) Державна політика – розробити національну стратегію цифрового гуманізму, яка б інтегрувала принципи людиноцентричності у цифрові трансформації державного управління, економіки, культури та науки.

3) Науково-дослідницька діяльність – поглибити міждисциплінарні дослідження цифрової етики, штучного інтелекту, кіберпсихології, цифрової філософії та когнітивних наук, з урахуванням українського соціокультурного контексту.

4) Економічна сфера – орієнтувати цифровізацію бізнесу на створення цінності для людини, а не лише на підвищення ефективності з пріоритетом на екологічні, соціально відповідальні та інклюзивні інновації.

5) Культурна політика, націлена на те, щоб підтримувати розвиток цифрової культури, яка сприяє збереженню національної ідентичності, мовної та культурної спадщини, водночас відкриваючи простір для креативності та глобальної взаємодії.

Список використаних джерел

1. Коломоєць І. В. Цифровий гуманізм в умовах трансформації комунікаційної культури постінформаційного суспільства. *Комунікаційний простір постінформаційного суспільства: гуманітаристика перед викликами воєнного часу* : зб. матеріалів ІІІ Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 22 трав. 2025 р.). Київ : НУБіП України, 2024. С. 212-213.

УДК 130.2:004.8:316.4

Нікітенко Віталіна Олександрівна
доктор філософських наук, професор,
професор кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Воронкова Валентина Григорівна,
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри управління та адміністрування,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М.Потебні ЗНУ
Кивлюк Ольга Петрівна
доктор філософських наук, професор,
завідувач кафедри філософії та психології,
Київський університет інтелектуальної власності та права
(Київ, Україна)

СИНЕРГІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЦИФРОВОГО ГУМАНІЗМУ ЯК ЧИННИКИ ГАРМОНІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДИНИ, ТЕХНОЛОГІЙ І СУСПІЛЬСТВА

У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає не лише технологічним, а й цивілізаційним феноменом, який формує нові соціокультурні, етичні та філософські виміри розвитку людства. Його швидке впровадження в усі сфери життя – від економіки та освіти до культури та управління – актуалізує потребу у формуванні нової методології розуміння взаємодії людини й технології. У цьому контексті концепт цифрового гуманізму виступає інтеграційним і ціннісним орієнтиром, що ставить людину в центр цифрових трансформацій, наголошуючи на відповідальності, етиці та гуманістичних засадах технологічного розвитку. Синергія ШІ та цифрового гуманізму відкриває можливість створення нової міждисциплінарної парадигми, яка поєднує філософію, соціологію, інформатику, когнітивні науки, культурологію та економіку для формування збалансованої системи «людина – технологія – суспільство». Концептуально цей підхід базується на таких ключових положеннях:

1) Синергійність як методологічний принцип, в основі якого взаємодія ШІ та цифрового гуманізму не є протиставленням «технології – людина», а навпаки – створює динамічну систему взаємного посилення. ШІ розширює можливості людського розуму, тоді як гуманізм задає етичні межі його застосування.

2) Інтердисциплінарність, націлений на осмислення ШІ в межах цифрового гуманізму передбачає залучення різних наукових парадигм – від кібернетики та когнітивної філософії до культурної антропології та етики технологій. Це забезпечує багатовимірне розуміння ролі технологій у розвитку суспільства.

3) Антропоцентрично-етичний підхід, в основі якого цифровий гуманізм, що ставить у центр не технологію, а людину як носія свідомості, моральності, креативності та відповідальності. Він вимагає розробки «етики ШІ», спрямованої на збереження людської гідності та автономії.

4) Методологія "когнітивного співрозвитку", яка включає питання про те, що людина і ШІ взаємодіють як коеволюційні агенти. У цій взаємодії людина не лише навчає систему, а й змінює власні когнітивні стратегії, способи мислення, моделі пізнання.

5) Філософія сталого технологічного розвитку, націлена на те, що у синергії ШІ та гуманізму народжується концепт "етичного цифрового прогресу", де інновації мають служити підвищенню якості життя, соціальній справедливості, екологічній збалансованості та культурному збагаченню суспільства [1]. Цей підхід ґрунтується на інтеграції технічного та гуманітарного знання, що дозволяє переосмислити взаємодію людини й машини в контексті ціннісних орієнтацій, етичних норм і культурних традицій.

Синергія штучного інтелекту та цифрового гуманізму передбачає перехід від технократичної парадигми до антропоцентричної, у якій людина залишається центральним суб'єктом цифрової епохи, а технології – інструментом підтримки її гідності, творчості й свободи. У межах цієї методології особливе значення набувають такі принципи, як етична відповідальність розробників і користувачів ШІ, прозорість алгоритмів, інклюзивність цифрових процесів, збереження культурної різноманітності в умовах глобальної технологічної уніфікації. Цифровий гуманізм формує нову систему координат, у якій розвиток штучного інтелекту має відповідати критеріям людяності, справедливості та сталого розвитку. Таким чином, методологічні засади синергії ШІ та цифрового гуманізму спрямовані на створення гармонійного балансу між інноваційністю й моральністю, ефективністю й духовністю, що забезпечує формування гуманістично орієнтованої цифрової цивілізації – цивілізації співтворення людини й інтелектуальних систем. сучасну епоху глобальної цифровізації формується новий тип цивілізаційного розвитку – цивілізація співтворення людини й інтелектуальних систем, у якій взаємодія між людиною та штучним інтелектом набуває не інструментального, а коеволюційного та творчого характеру [2].

У XXI столітті, в епоху штучного інтелекту, цифрових екосистем та глобальної автоматизації, формується нова парадигма цивілізаційного розвитку – цивілізація співтворення людини й інтелектуальних систем. Її сутність полягає у переході від технократичної моделі використання технологій до гуманістично-синергетичної системи співбуття, де людина та ШІ постають як рівноправні суб'єкти процесу творення, пізнання і моральної еволюції.

Філософсько-онтологічні засади. Онтологічна основа цивілізації співтворення спирається на ідеї коеволюції (Г. Сімондон), постгуманізму (Р. Брейдотті), філософії інформації (Л. Флоріді) [2] та техногуманізму (Ю. Харарі) [4].

Г. Сімондон у своїй концепції індивідуації розглядав технічні об'єкти як учасників еволюції культури, що вказує на перехід від технології як

«інструменту» до технології як співтворця буття. У цьому контексті ШІ стає не лише алгоритмічним продовженням людини, а й партнером у конструюванні нових онтологічних реальностей - від віртуального середовища до синтетичної культури. Цивілізація співтворення ґрунтується на ідеї нелінійної коеволюції людини та технологій, де обидва суб'єкти - біологічний і штучний - формують нові типи буття, пізнання і комунікації. Людина перестає бути єдиним джерелом смислу - вона входить у систему спільного інтелектуального поля, у якому відбувається взаємне навчання, самоорганізація і синергетична взаємодії.

Епістемологічний вимір співтворення. Формується нова епістемологія синергії, де знання виникає у просторі взаємодії між людським і машинним інтелектом. За Л. Флоріді, це перехід від традиційного гносеологічного суб'єкта до інфосферного суб'єкта, у якому людина і штучний інтелект утворюють розподілену когнітивну систему. Ю. Харарі підкреслює, що алгоритмічні системи поступово беруть участь у процесі ухвалення рішень, змінюючи природу пізнання – від автономного до співінтелектуального. У результаті формується метаінтелектуальне середовище, у якому пізнання, творчість і рефлексія відбуваються в партнерстві людини та технології. У центрі - інтелектуальна симбіозність, що проявляється у здатності людини й ШІ до спільного пізнання, аналізу складних систем, розв'язання глобальних проблем. Нові форми когнітивної співпраці формують метаінтелектуальні системи, де інтелект розподілений між людиною, алгоритмами й мережевими структурами.

Культурно-гуманістичний вимір. Б. Стіглер акцентує на небезпеці «технічної амнезії» – втрати людяності в цифрову добу. Цифровий гуманізм у цьому контексті стає філософією етичного і творчого партнерства, коли інтелектуальні системи проектуються з урахуванням цінностей добра, свободи, емпатії, толерантності та гідності. Людина не втрачає центрального місця, а навпаки — розширює межі власного «Я» у співпраці з розумними машинами. Цивілізація співтворення спрямована на гуманізацію технологічного розвитку, коли цінності людяності, етики, творчості та емпатії стають основою цифрових систем. Така цивілізація долає технократизм і редукціонізм, утверджуючи принцип «інтелектуальної синергії» - поєднання раціонального, емоційного й етичного вимірів у технологічному середовищі.

Соціально-економічний вимір. К. Шваб, аналізуючи Четверту промислову революцію, підкреслює, що майбутнє економіки належить симбіозу людини та інтелектуальних систем. У моделі економіки співтворення технології не замінюють людину, а підсилюють її креативність і здатність до прийняття стратегічних рішень. Формуються нові моделі праці, освіти й управління, у яких ключову роль відіграють цифрові компетентності, етика штучного інтелекту та культурна адаптація до змін [5].

Економіка співтворення базується на партнерстві людини та штучного інтелекту у виробництві, управлінні, інноваціях, де ШІ не замінює людину, а підсилює її креативні, аналітичні та прогностичні здібності. Виникають нові моделі праці, освіти й соціальної взаємодії, засновані на принципах взаємодоповнення.5. Етичний і цивілізаційний вимір. Цивілізація співтворення вимагає формування нової етики взаємності – відповідальності за спільне

майбутнє людини і штучного інтелекту. Це етос співбуття, який виходить за межі антропоцентризму, переходячи до антропотехноцентризму або навіть еко-техно-гуманізму – моделі, у якій людяність, технології та природа утворюють цілісну систему. Ключовим стає етос співтворення – усвідомлення відповідальності за спільне майбутнє людини й машин, що вимагає формування нової філософії співбуття. Йдеться про перехід від антропоцентризму до *антропотехноцентризму*, де моральна й інтелектуальна еволюція розглядається як єдиний процес.

Отже, концепція цивілізації співтворення людини й інтелектуальних систем – це методологічна модель майбутнього, у якому технології стають не просто продовженням людських можливостей, а партнерами у творенні нового світу, де гуманізм, етика і штучний інтелект зливаються в єдину синергетичну систему розвитку.

Висновки. Концепт цивілізації співтворення людини й інтелектуальних систем є метатеоретичною моделлю майбутнього, у якому синергія людського й штучного інтелектів стає рушійною силою соціального, культурного та екологічного розвитку. Він вимагає нової філософії співбуття, де ШІ розглядається не як загроза, а як партнер у гуманізації світу, як засіб розширення людського потенціалу та створення нових форм колективного розуму. Синергія штучного інтелекту (ШІ) та цифрового гуманізму виступає новою філософсько-методологічною парадигмою, що визначає напрями розвитку цивілізації у XXI столітті. Її сутність полягає у поєднанні технологічного прогресу з гуманістичними цінностями, у прагненні забезпечити гармонійну взаємодію людини, технологій і суспільства.

По-перше, штучний інтелект у сучасному світі перестає бути лише інструментом технічної ефективності – він стає каталізатором соціокультурних і світоглядних змін, які вимагають етичного осмислення та гуманістичного контролю.

По-друге, цифровий гуманізм формує філософію взаємодії людини з інтелектуальними системами, спрямовану на збереження людяності в умовах автоматизації та алгоритмізації життя. Він виступає противагою технократичному мисленню, підкреслюючи роль людини як морального суб’єкта і творця сенсів у цифровому середовищі.

По-третє, синергія ШІ та цифрового гуманізму сприяє створенню нової моделі соціальної гармонії, де технології не заміщують людину, а підсилюють її креативний, когнітивний і моральний потенціал.По-четверте, у контексті глобалізації ця синергія стає основою сталого розвитку, оскільки забезпечує баланс між інноваціями, соціальною відповідальністю та екологічною свідомістю. Вона відкриває нові можливості для освіти, науки, економіки, мистецтва та державного управління, де штучний інтелект виступає партнером, а не суперником людини. Отже, синергія штучного інтелекту та цифрового гуманізму - це не лише науково-технологічна тенденція, а ціннісно-філософська основа майбутнього суспільства, що формує нову гуманістичну парадигму цивілізації, у якій людина, технології й суспільство діють у єдиному ритмі еволюційного поступу [6].

Список використаних джерел

1. Simondi G. On the Mode of Existence of Technical Objects. Paris : Aubier, 1958. 342 p.
2. Floridi L. The Philosophy of Information. Oxford : Oxford University Press, 2011. 416 p.
3. Stiegler B. Technics and Time. Vols. 1–3. Stanford, CA : Stanford University Press, 2010 p.
4. Harari Y. N. Homo Deus: A Brief History of Tomorrow. London : Harvill Secker, 2016. 448 p.
5. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva : World Economic Forum, 2016. 192 p.
6. Braidotti R. The Posthuman. Cambridge : Polity Press, 2013. 214 p.

УДК 338.45

Олєніченко Володимир Петрович
аспірант кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, м. Запоріжжя

ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ ЛОГІСТИКИ ЯК СТРАТЕГІЯ ЦИФРОВОГО РОЗВИТКУ ФІНАНСОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Інвестиційна привабливість логістичного сектору є вирішальним фактором, що визначає успіх і темпи цифрового розвитку фінансового менеджменту промислових підприємств. У сучасних умовах, коли логістичні витрати та ризики суттєво зросли, здатність галузі залучати прямі іноземні інвестиції (ПІІ) безпосередньо впливає на її технологічну модернізацію. Низький рівень ПІІ означає обмежені можливості для фінансування дорогих цифрових рішень, таких як системи управління складом, інтелектуальні транспортні системи, технології Інтернету речей, платформи для аналізу великих даних тощо.

Ефективний фінансовий менеджмент у логістиці є неможливим без цих інструментів, оскільки вони забезпечують прозорість, точність прогнозування та оптимізацію оборотного капіталу. Підприємства, які успішно залучають інвестиції або мають доступ до фінансових ресурсів, спрямовують їх на цифрову трансформацію, що дозволяє їм перетворити логістику з центру витрат на центр прибутку.

Також зазначимо, що інвестиційна привабливість сектору на макрорівні є критично важливою передумовою для цього мікроекономічного перетворення. Однак, макроекономічний контекст України вказує на суттєве погіршення умов для залучення капіталу та розвитку галузі.

Аналіз динаміки розвитку логістичного сектору України за період 2019–2024 роки виявляє його критичну вразливість до зовнішніх шоків, особливо до

військової агресії та пов’язаних із нею економічних наслідків. Макроекономічний показник частки логістичного сектору у ВВП демонструє чіткий і тривалий низхідний тренд. Це зниження почалося ще до повномасштабного вторгнення (з 6,7 % у 2019 році), але було значно прискорене воєнним конфліктом, обвалившись до прогнозованих 3,6 % у 2024 році. Такий спад свідчить про глибоку структурну кризу та зменшення економічної ваги сектору.

Найбільш катастрофічне падіння частки логістики у ВВП відбулося саме у 2022 році (зниження до 3,9 %), що стало прямим і неминучим наслідком військової агресії. Це було спричинено масовим руйнуванням критичної транспортної інфраструктури (мостів, залізничних вузлів, доріг), блокуванням основних морських портів та повним або частковим припиненням значної частини зовнішньоторговельних та внутрішніх операцій. Подальше, хоча й незначне, відновлення до 4,4% у 2023 році відображає лише часткову адаптацію та вимушену переорієнтацію логістичних потоків на західні кордони, за рахунок наземного транспорту.

Проте, незважаючи на зусилля з адаптації, прогноз на 2024 рік вказує на продовження структурного тиску на сектор, оскільки частка знову прогнозується на рівні 3,6 %. Це свідчить про те, що ризики безпеки залишаються високими, а високі операційні витрати, пов’язані з логістикою в умовах війни, продовжують обмежувати зростання сектору.

Слід підкреслити, що динаміка прямих іноземних інвестицій у логістичний сектор відображає високу волатильність та обережність інвесторів. Обсяг ПІІ різко скоротився у 2020 році (з 345,6 млн дол. США до 165,9 млн дол. США) через пандемію. Хоча у 2022 році спостерігалося нетипове зростання потоків ПІІ до 208,7 млн дол. США, це зростання здебільшого було зумовлене технічними фінансовими операціями, такими як конвертація боргу, а не припливом нового інвестиційного капіталу. Подальше стійке зниження ПІІ у 2023-2024 роках (прогноз 154,3 млн дол. США) підтверджує призупинення реалізації масштабних капіталомістких проєктів через домінування безпекових ризиків.

Статистичні дані також підтверджують, що війна не лише спричинила фізичні руйнування, але й стала каталізатором структурної кризи у логістиці. Це призвело до стрімкого зниження макроекономічної значущості сектора та блокування інвестицій, що критично необхідні для його модернізації, цифровізації та подальшої інтеграції у європейські ланцюги постачання. Це створює серйозні виклики для майбутнього економічного відновлення України.

Таким чином зазначимо, що інвестиційна привабливість логістики є критичним елементом між макроекономічним середовищем і цифровим розвитком фінансового менеджменту підприємств. Падіння частки логістики у ВВП та «обережність» іноземних інвесторів, особливо після 2022 року, свідчать про глибоку структурну кризу. Відсутність стабільних ПІІ обмежує фінансування цифрової трансформації, перешкоджаючи перетворенню логістики на центр прибутку. Тому відновлення інвестиційної довіри та цільове залучення капіталу в технологічну модернізацію є ключовою стратегією для забезпечення економічної стійкості та інтеграції України в Європейський та світовий простір.

Список використаних джерел

1. Ukraine Invest. Інвестиційні можливості інфраструктури та логістики в Україні. URL: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ukraineinvest.gov.ua/wp-content/uploads/2025/01/infrastruktura-ta-logistyka.pdf.
2. Національний банк України: Статистика зовнішнього сектору (Прямі іноземні інвестиції за видами економічної діяльності). URL: https://bank.gov.ua/en/statistic/sector-external.
3. Державна служба статистики України. Основні показники соціально-економічного розвитку України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/.

УДК 338.2:004

Плиска Олег Вікторович
здобувач вищої освіти спеціальності «Менеджмент»
Жук Марія Олександрівна
здобувач фахової передвищої освіти
спеціальності «Облік і оподаткування»
ВСП «Економіко-правничий фаховий коледж ЗНУ»
Оглобліна Вікторія Олександрівна
к.е.н., доцент, доцент кафедри інформаційної економіки,
підприємництва та фінансів
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ В ЦИФРОВУ ЕПОХУ

Економіко-екологічна відповідальність у контексті цифровізації являє собою складну міждисциплінарну систему взаємовідносин між економічними суб'єктами, навколишнім середовищем та цифровими технологіями, що формує принципово новий підхід до сталого розвитку в умовах четвертої промислової революції.

На макроекономічному рівні цифровізація створює принципово нові механізми управління екологічними процесами. Держава отримує потужні інструменти моніторингу та прогнозування екологічних ризиків через впровадження систем штучного інтелекту, Big Data та інтернету речей. Цифрові технології дозволяють здійснювати миттєвий аналіз величезних масивів екологічних даних, прогнозувати кліматичні зміни, оцінювати техногенне навантаження на природні системи з непрецедентною раніше точністю. Мікроекономічний рівень характеризується трансформацією корпоративної відповідальності через призму цифрових технологій. Підприємства впроваджують інтелектуальні системи управління ресурсами, які дозволяють максимально оптимізувати виробничі процеси з точки зору екологічної безпеки. Цифрові платформи забезпечують повну прозорість екологічних показників, створюючи механізми суспільного контролю за діяльністю компаній.

Блокчейн-системи для прозорого обліку екологічних показників створюють принципово нові механізми контролю за впливом підприємств на навколишнє середовище. Практичні механізми оптимізації включають автоматизований контроль витрат енергоресурсів, миттєве виявлення потенційних екологічних ризиків, прогнозування наслідків виробничої діяльності та розрахунок найбільш ресурсо ефективних виробничих моделей.

Цифрові платформи забезпечують повну прозорість екологічних показників, створюючи принципово нові механізми суспільного та інвестиційного контролю. Кожен етап виробничого циклу отримує цифровий паспорт, який містить детальну інформацію про екологічні параметри. Це дозволяє здійснювати всебічний моніторинг та аналіз впливу підприємства на навколишнє середовище в режимі реального часу.

Цифрові технології трансформують традиційні підходи до екологічного менеджменту, перетворюючи його з формальної звітності на дієвий інструмент підвищення економічної ефективності. Інтелектуальні системи управління ресурсами надають компаніям унікальні можливості для оптимізації виробничих процесів з мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище. Впровадження таких технологій дозволяє підприємствам не лише контролювати власний екологічний слід, але й перетворювати природоохоронну діяльність на стратегічний ресурс розвитку. Цифрові рішення забезпечують комплексний підхід до управління екологічними ризиками, створюючи передумови для сталого та відповідального ведення бізнесу.

Економічна ефективність екологічної відповідальності в цифрову епоху являє собою складну багатовимірну систему, де технологічні інновації перетворюються на потужний інструмент оптимізації природокористування та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Блокчейн-технології створюють революційний підхід до carbon-трекінгу. Децентралізована система обліку дозволяє здійснювати прозорий та незмінний моніторинг викидів парникових газів на всіх етапах виробничого циклу. Кожен етап виробництва, транспортування, утилізації отримує унікальний цифровий відбиток, який неможливо підробити або змінити. Це забезпечує абсолютну прозорість екологічних показників компаній.

Механізми торгівлі вуглецевими квотами на базі блокчейн набувають принципово нових можливостей. Смарт-контракти дозволяють автоматизувати процеси купівлі-продажу квот на викиди, миттєво здійснювати розрахунки між учасниками ринку, унеможливлюючи корупційні схеми та маніпуляції. Компанії отримують прозорий механізм монетизації власних екологічних ініціатив.

Штучний інтелект виступає ключовим інструментом оптимізації ресурсозбереження. Алгоритми машинного навчання здатні аналізувати величезні масиви виробничих даних, виявляти найменш ефективні процеси та пропонувати конкретні рішення з мінімізації витрат та екологічного навантаження. Йдеться про комплексний підхід, який охоплює:

- Прогнозування та превентивне усунення потенційних екологічних ризиків.

- Оптимізацію виробничих процесів з точки зору ресурсоефективності.
- Розрахунок найбільш екологічних маршрутів логістики.
- Добір найефективніших технологічних рішень.

Економічний ефект від впровадження таких технологій може сягати 30-40% скорочення операційних витрат та до 50% зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Штучний інтелект розраховує найбільш оптимальні моделі виробництва, враховуючи десятки змінних - від кліматичних умов до наявності конкретних ресурсів.

Цифрові технології дозволяють створювати складні багаторівневі моделі економічної ефективності екологічних ініціатив. Машинне навчання здатне прораховувати довгострокові наслідки впровадження тих чи інших природоохоронних заходів, оцінювати їх економічну доцільність та потенційний вплив на репутацію компанії.

Практичні кейси впровадження таких технологій демонструють вражаючі результати. Наприклад, провідні світові корпорації вже використовують системи штучного інтелекту для:

- Оптимізації енергоспоживання виробничих потужностей.
- Прогнозування та попередження екологічних інцидентів.
- Автоматизованого контролю викидів.
- Управління замкнутими циклами виробництва.

Принципово важливим є те, що цифрові технології перетворюють екологічну відповідальність з формального підходу на реальний економічний інструмент підвищення ефективності бізнесу. Компанії отримують можливість не лише звітувати про екологічні ініціативи, але й монетизувати власні природоохоронні зусилля.

Виклики впровадження включають необхідність серйозних initial-інвестицій, потребу в підготовці висококваліфікованих кадрів та побудові складних міждисциплінарних комунікацій. Проте довгострокові переваги значно перевищують первинні витрати.

Технологічні рішення створюють нову економічну модель, де екологічна відповідальність стає безпосереднім фактором конкурентоспроможності. Компанії, які впроваджують передові цифрові технології екологічного менеджменту, отримують суттєві переваги на глобальному ринку, залучають додаткові інвестиції та формують позитивний корпоративний імідж.

Важливим аспектом є формування нової екологічної культури, заснованої на цифрових комунікаціях. Соціальні мережі, мобільні додатки, онлайн-платформи перетворюються на дієві інструменти екологічної освіти та залучення суспільства до природоохоронних процесів.

Виклики цифровізації включають необхідність подолання цифрової нерівності, забезпечення кібербезпеки екологічних систем, розвиток людського капіталу для роботи з новітніми технологіями. Держава та бізнес мають створити комплексну систему підготовки фахівців, здатних ефективно поєднувати екологічні та цифрові компетенції.

Список використаних джерел

1. Інноваційна парадигма штучного інтелекту (ШІ) як драйвер зеленої екології і зеленої металургії / В. Г. Воронкова, Н. Г. Метеленко В. О. Нікітенко та ін. *Innovative paradigms of modern digital society:* collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. P. 5-24.
2. Синергія цифровізації та екологічної стійкості: моделі впровадження зелених технологій у регіональний розвиток / Н. Г. Метеленко, В. Г. Воронкова, В. О. Нікітенко та ін. *Education and science: theory & praxis* : collective monograph / Compiled by V. Shpak; Chairman of the Editorial Board S. Tabachnikov. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2025. P. 50-68.
3. Воронкова В. Г., Нікітенко В. О., Метеленко Н. Г., Оглобліна В. О. Штучний інтелект як ключовий інструмент трансформації ноосферної економіки та досягнення цілей сталого розвитку. *Humanities studies*: зб. наук. пр. Запоріжжя : Гельветика, 2025. № 24 (101).
4. Digital Transformation of Environmental Management / ed. by J. Smith. Oxford University Press, 2022. 478 p.

УДК 7.05:659.127(045)

Салікова Анастасія Русланівна
магістрантка кафедри «Дизайн»
Національний університет «Запорізька політехніка»
Рижова Ірина Станіславівна
доктор філософських наук, професор кафедри «Дизайн»
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ СТАНОВЛЕННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЇ ПЛАКАТУ В КОНТЕКСТІ ДИЗАЙНЕРСЬКИХ ПРАКТИК

Методологія дослідження дизайну як соціального феномена – це сукупність певних теоретичних принципів, логічних прийомів, способів наукової діяльності, що застосовуються для зародження соціально-філософської рефлексії, засобами якої відображається зміст дизайнерської діяльності. Методологія як система пізнання, як система принципів і способів організації й побудови теоретичної і практичної діяльності, а також вчення про цю систему, частково збігається з теорією пізнання і, водночас, виявляється ширше за неї, оскільки в її контексті не тільки методи пізнання, але й методи інших форм людської діяльності (Рижова, 2025).

Плакат є одним із найважливіших видів візуальної комунікації, що поєднує художньо-естетичні, соціальні та інформаційні функції. Для того, щоб досліджувати його становлення та еволюцію в контексті дизайнерських практик, необхідно застосовувати системні методологічні підходи, які дозволяють поєднати історичний, теоретичний та практичний аспекти аналізу. Методологія дослідження плакату визначає не лише способи вивчення його

композиційної структури, символіки та кольорових рішень, а й взаємодію із соціокультурним середовищем та інформаційним простором.

Методологічний підхід у дослідженні плакату передбачає комплексне поєднання різних наукових інструментів, що дозволяють розкрити його значення як візуального комунікативного інструмента. Плакат виступає як модель візуальних комунікацій, яка одночасно відображає художню майстерність дизайнера та соціокультурні процеси у суспільстві. Методологія дослідження плакату включає аналіз його еволюції, формотворчих процесів та трансформації символів у різні історичні періоди, зокрема в умовах війни та мирного часу.

Плакат як засіб масової комунікації виник у XIX столітті, а активний розвиток він отримав у XX столітті. Український плакат пройшов складний шлях становлення, від національно-патріотичних плакатів початку XX століття, через воєнні мобілізаційні плакати періоду Другої світової війни, до сучасних цифрових плакатів, що інтегруються у соціальні мережі та інформаційні платформи.

Історичний аналіз передбачає виділення основних етапів:

1. Зародження плакатного мистецтва - ранні українські та європейські приклади, використання плакату для просвітницької та політичної комунікації;

2. Воєнний період – мобілізаційні, пропагандистські плакати, акцент на патріотизмі, героїзмі та національній ідентичності;

3. Поствоєнний період – плакати мирного часу, соціальної та культурної тематики, акцент на освіті та інтеграції суспільства;

4. Сучасний період (2014–2025 роки) – цифрові плакати, інтерактивні форми, адаптація до соціальних мереж, використання мультимедійних технологій.

Методологічний підхід дозволяє простежити закономірності трансформації форм, кольорів, композицій і символів у різні історичні етапи та з’ясувати, як вони відображають соціокультурні та політичні процеси.

У сучасній дизайнерській науці застосовують кілька основних методологічних підходів до аналізу плакату:

1. Формальний підхід – вивчення композиції, колірної палітри, типографіки, ритму та балансу елементів. Цей підхід дозволяє оцінити естетичну якість плакату та логіку розташування образів і текстів.

2. Семіотичний підхід – розгляд плакату як системи знаків, де кожен образ, символ або колір несе певне значення. Семіотичний аналіз дозволяє виявити культурні коди, символіку, асоціації та приховані смисли.

3. Соціокультурний підхід – враховує контекст створення плакату, його роль у суспільстві, вплив на громадську свідомість та взаємодію з історичною пам’яттю.

4. Психологічний підхід – аналіз емоційного та когнітивного впливу плакату на аудиторію. Вивчаються реакції глядача на колір, форму, текст та композицію, а також ефективність мотиваційних закликів.

5. Технологічний підхід – враховує медіаформати, цифрову адаптацію плакату, інтерактивні та мультимедійні рішення.

Ці підходи використовуються у комплексі, що дозволяє отримати цілісне уявлення про плакат як візуальний об’єкт, його розвиток та вплив на аудиторію.

Розглянемо аналітичні методи дослідження плакату. Методологія передбачає застосування різних аналітичних методів:

а) структурний аналіз – розбір композиції, типографіки, кольорів, виявлення домінантних елементів;

б) контент-аналіз – систематизація тематики, символів, текстових елементів, виявлення повторюваних мотивів;

в) порівняльний аналіз – зіставлення плакатів різних періодів або авторів для виявлення тенденцій еволюції;

г) історико-типологічний аналіз – визначення типів плакатів, закономірностей їх розвитку у часі. Отже, ці методи дозволяють виявити не тільки зовнішню форму плакату, а й його соціокультурне та психологічне значення.

У сучасних українських дизайнерських практиках плакат поєднує традиційні та цифрові форми. Сучасні плакати адаптовані під різні формати: друковані носії, соціальні мережі, мобільні додатки. Методологічний підхід дозволяє оцінити: 1) композиційні рішення для різних форматів; 2) типографіку та колірні схеми, що зберігають ефективність у цифровому середовищі; 3) інтерактивні елементи – QR-коди, мультимедійні вставки; 4) соціокультурний та психологічний вплив на різні групи аудиторії.

Методологічний аналіз еволюції плакату дозволяє простежити зміну форм і символів:

1. Воєнні плакати - драматичні образи, контрастні кольори, прямі заклики до дії.

2. Мирні плакати – пастельні тони, метафоричні образи, акцент на відновленні та соціальній інтеграції.

3. Сучасні інтерактивні плакати - цифрові адаптації, інтеграція в соціальні мережі, поєднання тексту та мультимедіа.

Це дозволяє зрозуміти, як дизайнерські практики реагують на зміни соціокультурного та інформаційного середовища. Методологічний підхід дозволяє дизайнеру: а) вибирати оптимальні композиційні та колірні рішення; б) створювати образи, що ефективно передають інформацію та емоції; в) використовувати символи та коди, зрозумілі для цільової аудиторії; г) інтегрувати плакат у цифровий та офлайн-інформаційний простір; д) оцінювати ефективність плакату на різних рівнях - естетичному, психологічному та соціокультурному.

Сучасні українські плакати, створені у період повномасштабної війни та після 2014 року, відіграють роль мобілізаційного, інформаційного та патріотичного інструмента, а також є елементом культурної пам’яті та соціальної підтримки. Їхня методологічна оцінка передбачає аналіз кількох ключових аспектів: композиції, кольору, типографіки, семіотики та психологічного ефекту.

Приклади та композиційний аналіз плакатів.

1. Серія плакатів «Україна незламна» (2022 рік) **Композиція**: центральна, де головний образ воїна або волонтера розташований у центрі, другорядні елементи – навколо, формуючи радіальну динаміку. **Колір:**

насичений синій і жовтий – національні символи, червоний – драматичний ефект, чорний – загроза. **Типографіка:** крупний, жирний шрифт для ключового меседжу, додатковий текст меншим шрифтом. **Психологічний ефект**: створює відчуття єдності, гордості та мотивації до дії. **Семіотика**: тризуб, прапор, героїчні постаті = поєднання історичної пам'яті та сучасного опору.

Сучасні плакати активно інтегруються у цифрове середовище, що потребує окремого методологічного підходу. Основні особливості:

1) композиційна адаптація: ключові елементи залишаються видимими на малих екранах, збереження балансу та домінанти головного образу.

2) типографіка: контрастний, читабельний текст для смартфонів і планшетів.

3) інтерактивність: QR-коди, посилання на сайти для волонтерської допомоги, інтеграція з соціальними мережами.

4) колір та емоційність: насичені кольори для емоційного залучення користувача, пастельні для мирних і гуманістичних меседжів. Це демонструє, що методологія аналізу плакату повинна враховувати не тільки друковану форму, а й цифрову адаптацію, інтерактивні елементи та вплив на онлайн-аудиторію.

Сучасні українські плакати відображають реалії війни, соціальної мобілізації та процесу відновлення. Методологічний підхід включає:

1. Аналіз символів: тризуб, прапор, образи воїнів і дітей, руїни та відбудовані будівлі.

2. Емоційний вплив: відчуття гордості, солідарності, мотивації до дії, надії на майбутнє.

3. Соціокультурну значущість: формування патріотизму, національної ідентичності, підтримка волонтерських ініціатив.

Висновок. Таким чином, методологічні підходи дозволяють: оцінювати ефективність комунікаційних меседжів; виявляти закономірності еволюції форм, композицій і символів; розуміти соціокультурний та психологічний вплив на аудиторію; створювати рекомендації для дизайнерів щодо адаптації плакату під сучасні медіа. Сучасні українські плакати 2022–2025 років демонструють: 1) поєднання традиційних і цифрових форм; 2) використання історичних символів у новому контексті; 3) адаптацію композиції, типографіки і кольору до цифрового середовища; 4) ефективну соціокультурну та психологічну комунікацію з аудиторією; 5) високу практичну цінність для дизайнерських практик та розвитку графічного дизайну.

Отже, методологія дослідження плакату об'єднує історичний, теоретичний та практичний аспекти, дозволяючи створювати ефективні дизайнерські продукти та аналізувати їхній вплив на суспільство у різні історичні періоди, включаючи воєнний та мирний час.

Список використаних джерел

1. Рижова І Методологія дослідження дизайну як соціального феномену. *Humanities studies* : зб. наук. пр. Запоріжжя : Гельветика, 2025. № 24(101). (С. 215- 227).

УДК: 004.8:504.03

Слюсарь Микита Юрійович,
здобувач PhD спеціальності 033 «Філософія»,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ

ТРЕНДИ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ У СУЧАСНОМУ СВІТІ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ ВИМІРИ

Сучасні цифрові технології – це не лише комп'ютери чи смартфони, а цілісна інфраструктура, на якій базується розвиток усіх сфер життя – від економіки й освіти до культури, медицини та управління. Зростання обчислювальної потужності побутових процесорів, що сьогодні сягає понад 100 мільярдів операцій на секунду, відкриває можливості, які ще десятиліття тому здавалися фантастикою. Цифрова революція перестає бути технічною – вона стає цивілізаційною, формуючи нову логіку мислення, соціальної взаємодії й навчання. Серед головних трендів цифровізації виділяються: розвиток штучного інтелекту, розширення можливостей блокчейну, впровадження дистанційної освіти, зростання ролі технологій AR і VR, формування метавсесвіту та синергія IoT, 5G і кібербезпеки. Усі ці напрями утворюють єдину цифрову екосистему нового світу, у якій технології взаємодіють, створюючи середовище для інновацій, творчості та розвитку людини. Штучний інтелект уже став повсякденністю – від голосових асистентів і перекладачів до рекомендаційних систем YouTube чи Netflix. Алгоритми аналізують гігантські масиви даних, навчаються, прогнозують і приймають рішення, перетворюючись із інструментів на партнерів людини. Однак водночас вони ставлять перед суспільством нові етичні виклики: як забезпечити безпеку даних, уникнути дискримінаційних упереджень у прийнятті рішень, як зберегти людський контроль і відповідальність у світі автономних систем. Іншим рушієм цифрової трансформації став блокчейн – технологія децентралізованих баз даних, де інформація захищена криптографічно та не підлягає фальсифікації. Якщо спочатку блокчейн асоціювався переважно з криптовалютами, то сьогодні він знаходить застосування у сфері медицини, освіти, логістики, управління й навіть виборчих системах, забезпечуючи прозорість, довіру та безпеку даних. Пандемія COVID-19 дала потужний імпульс розвитку дистанційного навчання. Платформи Udemy, Coursera, edX перетворили навчання на глобальний процес без меж і кордонів. Освітні технології створили умови для безперервного навчання, де учні та студенти можуть взаємодіяти з викладачами, брати участь у симуляціях, тестах, віртуальних конференціях і розвивати власну компетентність незалежно від місця перебування. Технології AR (доповнена реальність) і VR (віртуальна реальність) відкривають новий вимір взаємодії з інформацією. У навчанні вони дозволяють відтворювати історичні події, проводити лабораторні експерименти, а в медицині – здійснювати віртуальні тренування майбутніх лікарів. У бізнесі ці технології створюють інтерактивні середовища, де користувач із пасивного глядача

перетворюється на активного учасника подій. Наступний етап цифрової еволюції – метавсесвіт: інтегрований простір, у якому люди можуть працювати, навчатися, творити й спілкуватися без фізичних меж. У цьому середовищі людська ідентичність розширюється – з'являються цифрові аватари, створені штучним інтелектом, здатні до взаємодії, емоцій і навіть творчості. Проте, поруч із новими можливостями виникають загрози: втрата приватності, етичні дилеми, психологічна залежність від віртуальних світів. Цифрова цивілізація переходить у стан трьох сингулярностей:

1) Технологічна сингулярність – момент, коли ШІ, квантові обчислення, біоінженерія та роботизація зливаються в єдину систему, що здатна самонавчатися, самовдосконалюватися й генерувати нові знання без людського втручання. Людина опиняється перед викликом – зберегти свою роль і етичні межі у світі, де машини мислять швидше.

2) Соціальна сингулярність – трансформація форм взаємодії між людьми. Мережеві спільноти, цифрові платформи, метавсесвіти створюють нові соціальні структури, економічні моделі та ідентичності. Фізичні кордони втрачають значення, натомість постає питання довіри, автентичності та цифрових прав людини.

3) Освітянська сингулярність – нова педагогічна парадигма, де навчання стає безперервним, персоналізованим і взаємодіє з технологією. ШІ-тютори, адаптивні курси, інтерактивні симуляції формують педагогіку співтворення – коли знання не передаються, а народжуються у співпраці між людиною та інтелектуальними системами. Таким чином, цифрова революція – це не просто зміна технологій, а перехід до нового типу мислення й буття. Майбутнє належить тим, хто здатний поєднати креативність, етичність і здатність до постійного навчання. Освіта стає головним мостом між людиною та цифровим світом, гарантом того, що технологічний прогрес не зруйнує людяність, а навпаки – розкриє її нові виміри.

Діджиталізація у сучасному світі є не лише технологічним процесом, а глибокою соціально-філософською трансформацією, яка змінює саму природу людського буття, спілкування, пізнання та взаємодії. Вона перетворюється на цивілізаційний феномен, що охоплює всі сфери життя – від економіки й освіти до культури, політики та духовності. Сучасне суспільство дедалі частіше називають цифровою цивілізацією, у якій інформація, знання та алгоритми стають головними ресурсами розвитку. У цьому контексті цифрові технології виступають не просто інструментом удосконалення життя, а середовищем існування, новою формою буття людини. Такі мислителі, як М. Кастельс, Ю. Габермас і К. Шваб, підкреслюють, що діджиталізація є не лише наслідком індустріального поступу, а революцією свідомості, адже вона трансформує не тільки структури економіки й політики, але й антропологічну сутність людини. Серед основних соціальних трендів діджиталізації варто виділити мережеву соціальність, коли суспільні відносини та комунікації все більше опосередковуються цифровими платформами, створюючи нові форми спільнот і ідентичностей. Індивідуалізація через алгоритми веде до формування «цифрового двійника» людини – її віртуального відображення, що впливає на

спосіб мислення, поведінку, цінності. Водночас цифровізація породжує феномен цифрової нерівності, коли доступ до технологій, даних і цифрових компетенцій стає новим критерієм соціальної стратифікації. Глибокі зміни охоплюють і сферу праці: автоматизація, дистанційні форми зайнятості та штучний інтелект змінюють сутність професій, структуру ринку праці та роль людини у виробничих процесах. Філософський вимір діджиталізації охоплює кілька ключових аспектів. Онтологічний вимір полягає в тому, що цифрова реальність стає новою формою буття, у якій штучний інтелект, віртуальні світи та доповнена реальність набувають самостійного статусу. Епістемологічний вимір стосується зміни способів пізнання: знання дедалі частіше продукується через цифрові моделі, симуляції, алгоритми та нейронні мережі. Аксіологічний вимір проявляється у формуванні нової системи цінностей – мобільності, відкритості, інноваційності, але також і в появі нових етичних проблем, пов'язаних із приватністю, маніпуляціями, втратою автентичності та гуманістичних орієнтирів. Людина в умовах діджиталізації постає як інформаційно-комунікаційна істота, здатна жити одночасно у фізичному та віртуальному просторах. Вона взаємодіє з технологіями не лише як користувач, а як співтворець цифрової реальності. Відповіддю на ці виклики має стати розвиток цифрового гуманізму – підходу, що поєднує технічний прогрес із людською гідністю, творчістю та моральною відповідальністю. Цифрова трансформація відкриває нові перспективи: формування «розумного суспільства» (smart-society), у якому технології сприяють сталому розвитку, міжкультурному діалогу та підвищенню якості життя. Людству необхідно навчитися не просто користуватися цифровими технологіями, а мислити ними, усвідомлюючи їхній вплив на світогляд, мораль і майбутнє цивілізації. Отже, діджиталізація – це не просто технологічний тренд, а цивілізаційний вибір людства, що визначає філософію XXI століття. Вона вимагає нового типу мислення – *цифрової мудрості*, яка поєднує раціональність науки, гуманістичні цінності культури та етичну відповідальність за майбутнє. Саме в цьому синтезі технологій і гуманізму закладено потенціал справжнього розвитку 6н не лише цифрового, а й людського [1].

Список використаних джерел

1. Слюсарь М. Мережева свідомість як новий формат соціальної свідомості. *Educational discourse* : collection of scientific papers / Chief Editor O. P. Kyvliuk, D. B. Svyrydenko. Kyiv : LLC "Scientific Information Agency "Science-technologies-information", 2025. Vol. 52(1-2). С. 68-76.

УДК 130.2:316.77:659.127.8

Тарасова Надія Миколаївна
магістрантка кафедри «Дизайн»,
Національний університет «Запорізька політехніка»
Рижова Ірина Станіславівна
доктор філософських наук, професор кафедри «Дизайн»,
Національний університет «Запорізька політехніка»

КОНЦЕПЦІЯ ФОРМУВАННЯ РОЗВИТКУ АЙДЕНТИКИ В СУЧАСНОМУ БРЕНДИНГУ

Айдентика спрямована на створення цілісного, впізнаванного та зрозумілого образу бренду, який буде однаково зрозумілим для різних цільових аудиторій. У сучасних умовах насиченого інформаційного простору зростає потреба у візуальній диференціації брендів, що вимагає врахування як культурних, так і комунікативних особливостей споживачів. Рекламний дизайн і просування продукту пов'язані з брендингом.

В Україні функціонує значна кількість компаній, які позиціонують себе на ринку завдяки візуальній ідентичності, проте лише деякі з них мають системно розроблену айдентику, що відповідає сучасним тенденціям. Як зазначає І. Рижова «Сьогодні кожна організація хоче мати бренд. За межами природного світу торгових марок виробників, дистриб'юторів та товарів повсякденного попиту, чиї бренди конкурують на рівних, брендинг стає стратегічною темою у всіх сегментах ринку: у сфері високих технологій, товарів широкого вжитку, комунальних послуг, комплектуючих виробів, обслуговування, B2B-взаємодії, у фармацевтичних лабораторіях, недержавних та некомерційних організаціях. Бренд укладає у своєму імені та візуальному символі всю ділову репутацію, створену позитивним досвідомвзаємодії споживачів чи потенційних клієнтів з організацією, її товарами, каналами дистрибуції, магазинами, комунікаціями та співробітниками» [1, с. 63].

Правильно сформована айдентика не лише відрізняє компанію серед конкурентів, а й формує емоційний зв'язок зі споживачем, спрощує сприйняття інформації та створює додану цінність бренду. Це є важливим аспектом розвитку конкурентоспроможності та довіри з боку аудиторії. Айдентика виконує не лише естетичну чи декоративну функцію, а й стає стратегічним інструментом брендингу та графічного дизайну, спрямованим на забезпечення впізнаваності, єдності комунікацій та формування унікального іміджу бренду. Імідж бренду – це рекламний продукт і послуга, які глибоко розкривають психологію споживачів і соціальне пізнання, а також є своєрідною духовною насолодою і визнанням цінності, що споживачам доставляється через імідж бренду.

Айдентику нерідко плутають із поняттям фірмового стилю, проте між цими двома категоріями існують принципові відмінності. Фірмовий стиль зосереджується переважно на візуальних атрибутах (логотип, кольори, шрифти,

графічні елементи), тоді як айдентика має ширший спектр застосування. Вона охоплює не лише графічне оформлення, але й концептуальний рівень сприйняття бренду, його цінності, місію, характер комунікацій та способи взаємодії з аудиторією. Айдентика виступає універсальним підходом до побудови візуально-комунікаційної системи, що не обмежується лише зовнішніми елементами стилю.

Особливістю айдентики є її здатність забезпечувати універсальність сприйняття бренду у різних соціальних та культурних контекстах. Наприклад, візуальні символи та графічні рішення, які викликають довіру в однієї аудиторії, можуть бути зрозумілими й іншим групам завдяки своїй простоті, логічності та асоціативності. Це дозволяє бренду бути не лише впізнаваним, але й близьким до широкого кола споживачів. Ще однією *важливою властивістю айдентики* є її гнучкість. Візуальна система бренду має адаптуватися до різних форматів комунікації: друкованих матеріалів, цифрових платформ, мобільних застосунків, соціальних мереж. Це передбачає можливість масштабування графічних елементів, застосування різних колірних рішень чи варіацій логотипу без втрати цілісності образу бренду.

Теоретичні засади дослідження айдентики ґрунтуються на працях провідних дизайнерів і теоретиків комунікаційного дизайну, серед яких Пол Ренд, Вім Кроувел, Алан Флетчер, Невіл Броді, а також сучасні дослідники брендингу та візуальної комунікації.

Не менш важливим є *принцип зворотного зв'язку між брендом і його цільовою аудиторією*. Айдентика повинна «підказувати» споживачу, як правильно інтерпретувати цінності та повідомлення бренду, бути зрозумілою без зайвих пояснень. Це досягається завдяки логічній побудові візуальної системи, послідовному застосуванню символів і кольорових акцентів, а також інтуїтивній структурі графічних елементів. Нарешті, айдентика передбачає постійний розвиток та вдосконалення. Сучасні бренди залучають споживачів до співтворення візуального образу шляхом взаємодії у соціальних мережах, опитувань, інтерактивних кампаній. Такий підхід дозволяє не лише оновлювати айдентику відповідно до потреб ринку, а й підтримувати лояльність аудиторії, що відчуває свою причетність до бренду. Усі ці принципи доводять, що айдентика є не лише інструментом візуальної репрезентації, а й потужним засобом комунікації та стратегічного управління брендом у сфері графічного дизайну.

Айдентика – це цілісна система візуальних, вербальних та сенсорних елементів, що забезпечує впізнаваність та унікальність бренду, формує його образ у свідомості аудиторії та комунікує ключові цінності, місію і характер організації. Вона поєднує графічний дизайн, комунікаційні стратегії та психологічні аспекти сприйняття, створюючи єдину платформу для взаємодії бренду з різними категоріями споживачів. У широкому сенсі айдентика виступає не лише як інструмент естетичного оформлення, а як стратегічний ресурс брендингу, що забезпечує: а) впізнаваність бренду; б) диференціацію серед конкурентів; в) формування емоційного зв'язку та довіри з аудиторією; г) сталість і послідовність комунікацій у всіх точках контакту з користувачем.

Коли айдентика стає більш універсальною та гнучкою, це дозволяє брендам адаптуватися до різних ринкових умов і культурних контекстів, що робить їх привабливішими для ширшої аудиторії. Компанії, які системно впроваджують принципи формування айдентики, отримують конкурентні переваги, оскільки їхній візуальний образ відповідає очікуванням різних груп споживачів, зміцнює лояльність і підвищує рівень довіри. Це особливо важливо в умовах глобалізації, де бренд має бути зрозумілим і впізнаваним не лише у локальному, а й у міжнародному середовищі.

Айдентика охоплює всі візуальні та комунікаційні елементи, за допомогою яких компанія взаємодіє з аудиторією. Вона включає логотип, кольорові рішення, шрифтові композиції, графічні символи, архітектуру візуальних матеріалів і загальний стиль брендової комунікації. Головна мета айдентики полягає у створенні простого, зрозумілого та привабливого образу, що забезпечує зручне сприйняття інформації та підсилює унікальність бренду.

Історично айдентика розвивалася паралельно з еволюцією графічного дизайну. Якщо на початкових етапах у XX столітті головним завданням було створення логотипів та фірмових стилів, то з появою глобальних корпорацій і нових технологій акцент змістився на побудову цілісних комунікаційних систем. Дослідження відомих дизайнерів і теоретиків (Пол Ренд, Вім Кроувел, Невіл Броді, Алан Флетчер та інші) заклали основу розуміння того, як візуальні образи можуть впливати на емоційне сприйняття та поведінку споживачів. З розвитком цифрових технологій айдентика вийшла за межі традиційних медіа і почала активно застосовуватися у мобільних додатках, вебсайтах, соціальних мережах та інтерактивних платформах. Це вимагало від дизайнерів нових підходів до створення гнучких і адаптивних систем, здатних функціонувати у різних середовищах - від друкованої продукції до інтерфейсів носимих пристроїв.

Сучасна айдентика *враховує не лише естетичний аспект, але й емоційний досвід взаємодії користувачів із брендом*. Як і у випадку з концепцією емоційного дизайну Дона Нормана, можна виділити три рівні сприйняття айдентики:

а) **візуально-естетичний** (перше враження, яке створюють кольори, форми, логотип);

б) **поведінковий** (зручність і зрозумілість використання візуальних елементів у комунікації);

в) **рефлексивний** (глибше осмислення бренду, його цінностей і відповідність очікуванням споживача). Позитивний емоційний зв’язок із брендом забезпечує не лише впізнаваність, а й довготривалу лояльність споживачів. Саме тому сучасні компанії, на прикладі таких брендів, як Apple чи Nike, активно інвестують у розробку айдентики, яка поєднує простоту, естетику та стратегічний сенс.

Водночас айдентика виконує ще одну важливу функцію – *демонструє соціальну відповідальність бренду*. Актуальним прикладом є використання інклюзивних принципів у графічному дизайні, що враховують різні культурні, фізичні та когнітивні особливості аудиторії. Це не лише усуває бар’єри у комунікації, але й підкреслює відкритість і універсальність бренду.

Висновок. Таким чином, розвиток айдентики сьогодні визначається поєднанням естетики, функціональності та емоційного впливу. Вона є стратегічним ресурсом бренду, що формує його конкурентні переваги, підвищує ринкову привабливість і забезпечує сталі позиції у глобальному середовищі. Айдентика визначається як ключовий елемент формування цілісного, впізнаванного та зрозумілого образу бренду, який ефективно сприймається різними цільовими аудиторіями. В умовах насиченого інформаційного простору вона виступає засобом візуальної диференціації бренду, враховує культурні та комунікативні особливості споживачів, формує емоційний зв'язок та довіру, підвищує конкурентоспроможність компанії. Айдентика поєднує графічний дизайн, комунікаційні стратегії та психологічні аспекти сприйняття, створюючи універсальну платформу взаємодії бренду з аудиторією. Вона виконує не лише естетичну функцію, а й стратегічну роль у забезпеченні впізнаванності, єдності комунікацій та формуванні унікального іміджу.

Список використаних джерел

1. Концептуалізація дизайн-бренду як соціального і культурного феномена у контексті графічного дизайну / І. Рижова, К. Северин, Т. Пасічна та ін. *Humanities studies* : зб. наук. пр. Запоріжжя : Гельветика, 2023. Вип. 16(93). С. 62-77.

УДК 338.45;658.5

Федотов Сергій Олександрович
аспірант кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету, м. Запоріжжя

МЕТОДИ АНАЛІЗУ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

У сучасних умовах цифрової трансформації та зростаючої уваги до екологічної відповідальності промислові підприємства стикаються з необхідністю переосмислення своїх стратегій розвитку. Виробничо-економічний потенціал організації стає не лише основою її конкурентоспроможності, а й індикатором здатності адаптуватися до викликів сталого розвитку. У цьому контексті діагностика потенціалу промислового підприємства набуває нового значення – вона має враховувати не лише економічні, а й екологічні та цифрові аспекти діяльності.

Діагностика виробничо-економічного потенціалу підприємства передбачає застосування комплексу методів, які дозволяють отримати об'єктивну та всебічну оцінку стану організації. У сучасній практиці використовуються як кількісні, так і якісні підходи, що забезпечують глибину аналізу та врахування специфіки діяльності підприємства.

Одним із найпоширеніших методів є SWOT-аналіз, який дозволяє виявити сильні та слабкі сторони підприємства, а також оцінити зовнішні можливості та загрози. Цей інструмент є базовим для стратегічного планування, оскільки формує уявлення про внутрішній стан організації та її позицію в конкурентному середовищі.

Факторний аналіз застосовується для визначення впливу окремих чинників на кінцеві результати діяльності. Він дозволяє розкласти загальний показник на складові та оцінити внесок кожного елемента, що особливо важливо при аналізі фінансових результатів або ефективності використання ресурсів.

Метод експертних оцінок базується на залученні фахівців, які здійснюють оцінку потенціалу підприємства за суб'єктивними критеріями. Такий підхід є корисним у випадках, коли відсутні точні кількісні дані або необхідно врахувати галузеву специфіку, досвід і професійне бачення експертів.

Індикативний аналіз передбачає порівняння фактичних показників підприємства з нормативними або середньогалузевими значеннями. Це дозволяє виявити відхилення, оцінити рівень ефективності та визначити напрями для вдосконалення.

Метод інтегральної оцінки є найбільш комплексним, оскільки передбачає побудову узагальнюючого індексу потенціалу на основі системи зважених коефіцієнтів. Такий індекс дозволяє порівнювати підприємства між собою, аналізувати динаміку розвитку та формувати стратегічні орієнтири.

Для забезпечення повноти діагностики необхідно використовувати систему ключових показників, які охоплюють усі складові потенціалу підприємства. Матеріально-технічний потенціал оцінюється за такими критеріями, як коефіцієнт зносу основних засобів, фондовіддача та рівень модернізації обладнання. Трудовий потенціал характеризується середньомісячною заробітною платою, плинністю кадрів і коефіцієнтом кваліфікації персоналу.

Фінансовий потенціал визначається через показники рентабельності продукції, коефіцієнт автономії та оборотність активів. Організаційно-управлінський потенціал оцінюється за рівнем централізації управління та ефективністю управлінських рішень. Інноваційний потенціал включає частку витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, кількість впроваджених інновацій та патентну активність.

Таким чином, використання зазначених методів і показників дозволяє здійснити глибоку та всебічну діагностику виробничо-економічного потенціалу підприємства, що є основою для прийняття ефективних управлінських рішень.

Комплексна діагностика виробничо-економічного потенціалу підприємства є необхідною умовою для прийняття обґрунтованих управлінських рішень, спрямованих на забезпечення стабільного функціонування та стратегічного розвитку організації. Така діагностика дозволяє не лише оцінити поточний стан ресурсної бази підприємства, а й виявити внутрішні резерви, які можуть бути використані для підвищення ефективності діяльності. Застосування різноманітних методів аналізу – як

кількісних, так і якісних – у поєднанні з системою ключових показників дає змогу сформувати цілісне уявлення про рівень використання виробничих, трудових, фінансових та управлінських ресурсів. Оцінка потенціалу підприємства на основі таких підходів сприяє виявленню вузьких місць, прогнозуванню ризиків, а також визначенню пріоритетних напрямів інвестування та модернізації.

Список використаних джерел

1. Красностанова Н. Е., Якименко Т. А. Вплив цифровізації на сталий розвиток організації. *Економіка та суспільство*. 2023. № 48. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/2243/2166.

2. Медяник Ю. Г. Принципи управління сталим розвитком підприємства як стратегічний орієнтир підвищення його конкурентоспроможності. *International Science Journal of Management, Economics &* Finance. 2025. № 4(3). С. 111-125. URL: https://isg-journal.com/isjmef/article/download/1059/616/1109

3. Бобро Н. С. Сталий економічний розвиток в умовах цифрової трансформації. *Агросвіт*. 2024. № 1. С. 56–60. URL: https://dspace.e-u.edu.ua/bitstreams/16400b54-075d-4fcf-8e52-bdd6de5cc059/download.

УДК 338.45:504:004

Шевченко Вячеслав Павлович
здобувач вищої освіти спеціальності Економіка
Хорошун Вікторія Василівна
к.е.н., доцент, доцент кафедри інформаційної економіки, підприємництва та фінансів,
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ

ЦИФРОВІ СТРАТЕГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

Сучасні тенденції розвитку світової економіки демонструють необхідність переходу підприємств до сталих моделей функціонування, у яких економічна ефективність поєднується з екологічною безпекою. Водночас цифровізація господарської діяльності відкриває нові можливості для підвищення прозорості, ефективності управління ресурсами та зниження екологічного навантаження на довкілля.

В умовах посилення вимог до екологічної звітності та відповідальності бізнесу, питання інтеграції цифрових технологій у систему екологічного менеджменту набуває особливої актуальності. Саме тому доцільно дослідити, яким чином цифровізація впливає на формування економіко-екологічної відповідальності підприємств.

Метою даних тез є узагальнення підходів до формування економіко-екологічної відповідальності підприємств в умовах цифрової трансформації

економіки та визначення основних напрямів використання цифрових технологій для забезпечення екологічної сталості бізнесу.

Для досягнення мети передбачено виконання таких завдань:

- розкрити сутність поняття економіко-екологічної відповідальності;
- охарактеризувати роль цифровізації у формуванні екологічно орієнтованого бізнесу;
- визначити переваги, ризики та перспективи цифрової трансформації у сфері екологічного менеджменту.

Економіко-екологічна відповідальність передбачає узгодження господарських цілей із принципами раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища. Це означає, що підприємство повинно не лише отримувати прибуток, а й враховувати екологічні наслідки своєї діяльності, впроваджувати заходи з енергоефективності, утилізації відходів, скорочення викидів парникових газів тощо.

Такі підходи відповідають концепції сталого розвитку, де економічне зростання розглядається в єдності з екологічною та соціальною складовими.

Цифрові технології стають важливим чинником екологічної модернізації підприємств. Використання інтернету речей (IoT), великих даних (Big Data), штучного інтелекту (AI), блокчейну та цифрових двійників забезпечує точний моніторинг виробничих процесів, оптимізацію споживання ресурсів і контроль за викидами. Зокрема:

1. Системи моніторингу дозволяють у реальному часі відстежувати рівень забруднення та ефективність використання енергії.
2. Електронний документообіг сприяє зниженню витрат паперу та логістичних витрат.
3. Блокчейн-технології забезпечують прозорість екологічної звітності та простежуваність «зелених» ланцюгів постачання.

Таким чином, цифровізація стає не лише інструментом підвищення продуктивності, а й засобом екологічної відповідальності бізнесу.

Інтеграція екологічних стандартів у цифрові бізнес-моделі створює для підприємств нові конкурентні переваги. До економічних вигод належать:

- скорочення витрат завдяки енергоощадним технологіям;
- зменшення штрафів за екологічні порушення;
- можливість залучення «зеленого» фінансування та інвестицій;
- формування позитивного іміджу соціально відповідальної компанії.

Крім того, цифрові рішення підвищують екологічну культуру персоналу та сприяють розвитку корпоративної відповідальності.

Розглянемо ризики та виклики цифровізації.

Попри численні переваги, цифровізація супроводжується певними екологічними та економічними ризиками. Серед них:

- зростання кількості електронних відходів (e-waste);
- високі витрати на впровадження сучасних IT-рішень;
- ризики кіберзагроз та витоку екологічних даних;
- цифровий розрив між великими корпораціями та малими підприємствами.

Отже, необхідним є формування державної політики, що стимулюватиме екологічну цифровізацію бізнесу, зокрема через податкові пільги, гранти та освітні програми.

Економіко-екологічна відповідальність у цифрову епоху перетворюється на стратегічний чинник розвитку підприємства. Цифровізація дає змогу підвищити ефективність управління ресурсами, мінімізувати негативний вплив на довкілля та формувати позитивну репутацію на ринку.

Разом із тим, успішна реалізація принципів екологічно відповідального бізнесу потребує комплексного підходу — поєднання інноваційних технологій, економічних стимулів і свідомого ставлення керівництва до питань сталого розвитку.

Таким чином, цифровізація виступає не лише каталізатором економічного зростання, а й ключовим інструментом реалізації екологічної відповідальності підприємств у XXI столітті.

Список використаних джерел

1. Xia Jiahui; Wu Zhanchi; Chen Binhai. How digital transformation improves corporate environmental management: A review and research agenda. *Frontiers in Environmental Science*. 2022. DOI:10.3389/fenvs.2022.943843.

2. Кулинич М. Б. Цифрова трансформація вітчизняних підприємств в сучасних умовах. *Економіка, управління та адміністрування*. 2019. № 3. С. 8–15.

СЕКЦІЯ 6 «ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНОЛОГІЧНІ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ»

УДК 621.039.55

Дуюн Олеся Дмитрівна
здобувач вищої освіти спеціальності Промисловий менеджмент
Хорев Данило Сергійович
здобувач PhD
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ АКТИВНИМИ СПОЖИВАЧАМИ (ПРОЗ'ЮМЕРАМИ)

Відновлювані джерела енергії (ВДЕ) набувають сьогодні критичної ваги для забезпечення стійкого розвитку та зміцнення енергетичної безпеки України. На тлі глобальних загроз та екологічних проблем, зміни клімату та зростання геополітичної напруги – перехід до «зеленої» енергетики є стратегічним імперативом для держави. ВДЕ, що включають невичерпні природні ресурси (сонячна, вітрова, гідроенергія та біомаса), характеризуються екологічністю (не забруднюють довкілля) і сприяють скороченню викидів парникових газів.

Мета даної роботи полягає у всебічному дослідженні поточного стану, наявних проблем і перспектив зростання сектора відновлюваної енергетики в Україні. Зокрема, буде проаналізовано ключову роль ВДЕ у формуванні сталого енергетичного майбутнього, розглянуто найбільш поширені види ВДЕ, їхні технологічні особливості та практичне застосування. Також у роботі буде висвітлено вплив поточної ситуації в енергетиці та національних стратегічних планів у сфері ВДЕ на подальший розвиток галузі.

Україна володіє значним потенціалом для розширення використання різноманітних технологій ВДЕ, зокрема у сферах сонячної, вітрової генерації, а також біоенергетики. Розвиток цих напрямків є життєво необхідним з огляду на трансформації та виклики, яких зазнала українська енергосистема внаслідок військових дій та потреби у відбудові економіки. Крім того, невеликі та середні енергоустановки на базі ВДЕ стають доступними для широких верств населення, що сприяє децентралізації енергопостачання та посиленню енергетичної незалежності.

Проз'юмери – це споживачі, які самостійно генерують електроенергію для покриття власних потреб, а надлишок реалізують у мережу, мають значний вплив, який неможливо ігнорувати при плануванні роботи енергосистеми та оцінці ринкових тенденцій. В Україні налічується понад 27 тисяч таких

учасників ринку, більшість з яких використовують побутові генеруючі установки потужністю до 30 кВт, які функціонують в рамках механізму «зеленого» тарифу [1].

Сонячна енергія (СЕС) на сьогодні складає близько 8 ГВт. Приватний сектор активно інвестує в малі та середні СЕС для власних потреб, використовуючи їх для живлення побутових приладів, гарячого водопостачання (сонячні колектори), автономного живлення з акумуляторами та зарядки електромобілів. Через воєнні дії та безпекові умови, найвищі темпи нарощування потужностей демонструють Західні та Центральні регіони. Ринок сонячної енергетики в 2025 році характеризується зростаючим попитом на малі та середні установки потужністю до 1 МВт для комерційного та промислового використання. Попит на системи накопичення енергії збільшився у кілька разів, оскільки споживачі прагнуть забезпечити безперебійне електропостачання в умовах нестабільної роботи енергосистеми. Європейські партнери активно підтримують розвиток «зеленої» енергетики України через технічну допомогу та фінансування проектів [2, 3].

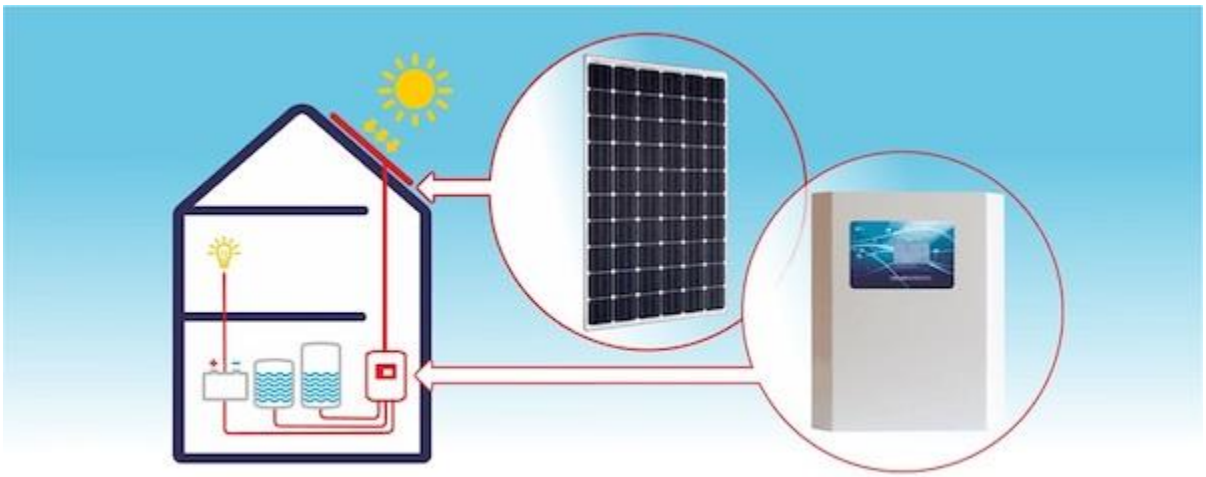


Рисунок 1 Приклад використання СЕС у системі гарячого водопостачання

Вітрова енергія (ВЕС) використовується як у масштабній (промисловій) сфері для централізованої мережі (наприклад, вітрові ферми потужністю в десятки/сотні МВт), так і в локальній (побутовій) сфері за допомогою малопотужних вітрогенераторів (до 5 кВт). Малі вітрогенератори застосовуються для забезпечення автономного живлення віддалених господарств. Часто ВЕС поєднують із СЕС у гібридні системи, оскільки вітер може бути сильнішим, коли сонячна активність менша [4, 5].

Гідроенергетика та біоенергетика відіграють важливу роль у диверсифікації. Малі гідроелектростанції (міні- чи мікро-ГЕС) можуть забезпечувати локальні потреби або загальну енергосистему, при цьому руслові або безгреблеві ГЕС мінімізують вплив на річкові екосистеми. Використання біомаси (відходів сільського господарства, деревини тощо) для виробництва тепла та електроенергії є особливо актуальним для України з її розвиненим аграрним сектором [6, 7].

В Україні є потужності для виробництва біоетанолу та нормативна база для використання його як біопалива. Розширення застосування паливного етанолу та його похідних у нашій країні, що відповідало б світовій тенденції використання відновлюваних ресурсів, можливе лише за умови запровадження низки заходів на рівні держави, зокрема, встановлення пільгового акцизу на альтернативне моторне паливо та запровадження доступного кредитування для будівництва нових потужностей з виробництва та переробки біоетанолу [8].



Рисунок 2 – «Біопаливно-енергетична компанія» – підприємство, яке випускає біоетанол, органічні розчинники

Головна перевага ВДЕ – екологічна чистота, що проявляється у значно менших викидах парникових газів (CO_2) та токсичних речовин порівняно з викопним паливом, сприяючи боротьбі з глобальним потеплінням та покращенню здоров'я населення. Використання місцевих ресурсів ВДЕ сприяє енергетичній незалежності країни, зменшуючи її залежність від імпорту традиційних енергоресурсів, що підвищує економічну та геополітичну стійкість.

Ключовим технологічним недоліком ВДЕ є нестабільність (переривчастість) генерації. Сонячні електростанції залежать від світла, а вітрові – від швидкості вітру, що ускладнює планування та створює значне навантаження на енергосистему. Це вимагає значних інвестицій у додаткову інфраструктуру, зокрема, у дорогі та потужні системи накопичення енергії (акумулятори), для зберігання надлишку (наприклад, у сонячний день) і використання його в періоди дефіциту.

Можливостями для майбутнього розвитку є забезпечення стабільності енергосистеми, для цього необхідні дорогі та потужні системи накопичення (акумулятори), щоб зберігати енергію, вироблену під час піку (наприклад, вдень), і використовувати її вночі або в безвітряну погоду.

Загрозами для майбутніх користувачів відновлюваних джерел енергії: для сонячних та вітрових електростанції часто потребують великих площ землі - це може призводити до зміни ландшафту та конфліктів щодо землекористування; для будівництва гребель – суттєва зміна річкової екосистеми; а для вітрових турбіни можуть становити загрозу мігруючі птахи та кажани.

Список використаних джерел

1. Натха О. Прос'юмери в Україні: що потрібно домашнім СЕС. *УКРАЇНСЬКА ENERGETИКА*. 2020. URL: https://ua-energy.org/uk/posts/prosiumery-v-ukraini-shcho-potribno-domashnim-ses (дата звернення: 31.10.2025).
2. Сонячна генерація: змінюються масштаб та географія об'єктів. *УКРАЇНСЬКА ENERGETИКА*. 2024. URL: https://ua-energy.org/uk/posts/tryfonivska-ses-foto-dtekhttps://ua-energy.org/uk/posts/tryfonivska-ses-foto-dtek (дата звернення: 31.10.2025).
3. Гаряча вода від сонячних батарей - SOLAR KERBEROS. *EKO ЕНЕРГІЯ*. URL: https://ecoenerhiia.ua/news/garjacha-voda-vid-sonjachnih-batarej-solar-kerberos.html?srsltid=AfmBOoqZJ0dlCQ21YPA5YrqfvIrx9i_qyqzX4GSC_obvosxysl6YvsMX (дата звернення: 31.10.2025).
4. Плачкова С. Г. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Т. 5 : Електроенергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі. 5-те вид. 2013. URL: http://energetika.in.ua/ua/books/book-5/part-1/section-2/2-2/2-2-2 (дата звернення: 31.10.2025).
5. Вітроенергетика в Україні. *Pidru4niki*. URL: https://pidru4niki.com/83012/tehnika/vitroenergetika_ukrayini#google_vignette (дата звернення: 31.10.2025).
6. На Закарпатті запрацювала нова міні-ГЕС потужністю 1 МВт. *Альтернативна енергетика*. URL: https://moesonce.com/ukraine/na-zakarpatti-vidkrita-nova-mini-ges-potuzhnistyu-1-mvt.html (дата звернення: 16.10.2025).
7. Тверде біопаливо і екологія. *KRONA IMPULS*. URL: https://www.kronaimpuls.com.ua/tverde-biopalivo-i-ekologiya/ (дата звернення: 31.10.2025).
8. Біопаливо – майбутнє цукрової галузі України. *УкрЦукор Національна асоціація цукровиків України*. URL: http://www.ukrsugar.com/uk/post/biopalivo-majbutne-cukrovoi-galuzi-ukraini (дата звернення: 31.10.2025).

УДК 811.111’255.2:629.33

Заєць Владислав Денисович
здобувач вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електромеханіка, електротехніка»
Мосієвич Лариса Василівна
кандидат філологічних наук, доцент, доцент кафедри іноземних мов професійного спрямування факультету іноземної філології ЗНУ

ПЕРЕКЛАД АНГЛОМОВНИХ ТЕРМІНІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ

На сучасному етапі розвитку перекладознавства підвищена увага приділяється оптимізації перекладу термінологічних одиниць фахових мов. Стаття присвячена структурним особливостям англомовних термінів електромобільної галузі та їх перекладу українською мовою. Актуальність дослідження полягає в тому, що у сучасному світі електромобільна галузь стрімко розвивається, що зумовлює постійне оновлення термінології та потребу у точному її перекладі українською мовою. Метою дослідження є аналіз структурних особливостей термінів та їхнього впливу на вибір способів перекладу. Проблемою перекладу термінів займалися такі вітчизняні науковці, як Л. Борисова [1], Л. Білозерська [2], М. Бережна [3]. Переклад багатокомпонентних термінів досліджували Л. Малевич [7], Л. Мосієвич [8] та інші.

Переклад фахових термінів слід розпочинати з їх структурного аналізу, бо він забезпечує термінологічну узгодженість та в деяких випадках запобігає калькуванню при перекладі [5]. Структурний аналіз показав, що за кількістю компонентів терміни електромобільної галузі поділяються на:

- однокомпонентні: *inverter (інвертор), converter(перетворювач), chassis (шасі);*
- двокомпонентні: *electric vehicle (електричний транспортний засіб), electric drivetrain (електричний привод), power electronics (силова електроніка);*
- багатокомпонентні: *battery electric vehicle (електромобіль на електричній батареї), carbon fibre composite (вуглецеве композитне волокно), smart grid integration (інтеграція з «розумною» мережею).*

До багатокомпонентних термінів зараховуємо терміни, до складу яких входять декілька лексичних одиниць. Відповідно багатокомпонентний термін – це синтаксична конструкція, яка складається із кількох слів-компонентів, семантично і синтаксично пов’язаних між собою, та номінує спеціальний предмет, поняття чи процес певної галузі знань [6, с. 21]. Терміни-словосполучення активно репрезентують англомовну терміносистему електромобільної галузі. Вони утворені за такими моделями:

Іменник+іменник+іменник: *aluminium alloy body, battery management system*

Прикметник+іменник+іменник: *thermal management system, smart grid integration.*

На основі структурного аналізу ми виокремили основні способи перекладу цих термінів:

1) дослівний: *charging system – система заряджання, battery pack – батарейний блок, cooling circuit – охолоджувальний контур;*

2) додавання: *vehicle-to-grid (передавання енергії з авто в мережі), smart grid integration (інтеграція з «розумною» мережею);*

3) вилучення: *thermal management system (система терморегулювання*). Цей спосіб здійснюється за рахунок основоскладання в українській мові)

4) транскрипція: chassis – шасі (цей спосіб перекладу підходить для однокомпонентних термінів)

5) словниковий еквівалент (постійна лексична відповідність, яка співпадає зі значенням слова): *electric engine – електричний двигун, charging system* – зарядна система;

6) зміна порядку слів: *recycling process (процес переробки), quality assurance (гарантія якості);*

7) описовий переклад: *regenerative breaking (гальмування з рекуперацією енергії).*

Слід зазначити, що окремі труднощі викликають багатокомпонентні безприйменникові терміни. Загалом процедура перекладу атрибутивних словосполучень складається з таких етапів: спочатку перекладаються один або два компоненти, що несуть, як правило, основне змістове навантаження, а потім послідовно справа наліво кожен компонент. При цьому важливо враховувати тип синтаксичних зв'язків в обох мовах. Наприклад: *directoral impedance relay (реле напрямного опору)*. Переклад здійснюється, починаючи з останнього слова, relay. Переклад зліва направо, тобто лінійний, також притаманний для багатокомпонентних термінів: *hybrid electric vehicle (гібридний електромобіль)*. При цьому слід зазначити, що вказані вище прийоми перекладу багатокомпонентних термінів рідко зустрічаються в чистому вигляді. Як зазначає Балацька О.Л., переклад багатокомпонентних термінів часто потребує поєднання різних прийомів трансформації [4, с. 15].

Таким чином, терміни електромобільної галузі мають різну структурну складність: від однокомпонентних до багатокомпонентних словосполучень. Основні способи перекладу включають дослівний переклад, додавання, вилучення, транскрипцію, словниковий еквівалент, зміну порядку слів та описовий переклад. При перекладі багатокомпонентних термінів рекомендується поєднувати ці прийоми, що забезпечує точність і адекватність українських відповідників.

Список використаних джерел

1. Борисова Л. І. Основні проблеми науково-технічного перекладу. Київ, 2003. 208 с.

2. Білозерська Л. П. Термінологія та переклад : навч. посіб. Вінниця, 2010. 232 с.

3. Бережна М. В., Лозовська К. О. Етапи перекладу термінів та професіоналізмів (на матеріалі текстів металургійної тематики). *Science and Education a New Dimension. Philology.* VIII (72). 2020. Issue 241. P. 7–20.

4. Балацька О. Л., Куц О. В., Педашев С. А. Особливості англо-українського перекладу багатокомпонентних термінів: лексичні трансформації. *Молодий вчений.* 2019. № 5.1 С. 14–17. URL: http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2019/5.1/5.pdf (дата звернення: 24.03.2021).

5. Карабан В. І. Переклад англомовної наукової і технічної літератури. Граматичні труднощі, лексичні, термінологічні та жанрово-стилістичні проблеми. Вінниця, 2004. 576 с.

6. Коптілов В. В. Теорія і практика перекладу : навч. посіб. Київ : Юніверс, 2002. 208 с.

7. Малевич Л. Д. Багатокомпонентні термінологічні одиниці і проблема їх кодифікації. *Українська термінологія і сучасність*. 2009. Вип. VIII. С. 35–38.

8. Мосієвич Л. В. Труднощі перекладу англомовних багатокомпонентних термінів з машинобудування українською мовою. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Філологія. Журналістика.* 2022. Вип. 33(72). С. 5–8. DOI: https://doi.org/10.32782/2710-4656/2022.5.2/06

УДК 621.311.243:629.3

Закревський Артур Олексійович
здобувач вищої освіти спеціальності
«Електроенергетика,електротехніка та електромеханіка»
Задерновський Микита Сергійович
здобувач вищої освіти спеціальності G4 «Енерговиробництво»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ МОБІЛЬНОСТІ ЯК СКЛАДОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

Актуальність. Сучасний транспорт є одним із головних джерел викидів вуглекислого газу у світі, що сприяє глобальному потеплінню та забрудненню повітря. У зв’язку з цим дедалі більшої уваги набувають технології, спрямовані на досягнення вуглецево нейтральної мобільності. Використання водню як палива для транспортних засобів розглядається як один із найперспективніших шляхів переходу до безвуглецевої економіки.

Аналіз останніх досліджень. Країни Європейського Союзу, Японія, Південна Корея та США активно розвивають інфраструктуру для водневих заправних станцій і стимулюють виробництво зеленого водню з відновлюваних джерел [1]. Дослідження показують, що водневі авто здатні зменшити викиди CO_2 на 70–100% порівняно з бензиновими автомобілями, а також забезпечити швидке заправлення лише 3–5 хвилин [2].

Мета. Метою дослідження є аналіз можливостей використання водню в транспортному секторі для досягнення безвуглецевої мобільності, оцінка технологічних переваг, економічних викликів і перспектив розвитку цієї галузі.

Основна частина. Водень у транспорті використовується переважно у двох формах:

1) у вигляді паливних елементів (FCEV), де водень реагує з киснем у паливному елементі, утворюючи електроенергію та воду;

як паливо для двигунів внутрішнього згоряння, адаптованих до водню. Найбільшого розвитку воднева мобільність набула в Японії та Південній Кореї. Компанії Toyota (Mirai) та Hyundai (Nexo) вже серійно випускають водневі автомобілі. В Європі активно розвиваються водневі автобуси та вантажівки, наприклад, Hydrogen Europe реалізує проєкт H2Bus Europe, спрямований на запуск понад тисячі водневих автобусів у 7 країнах. Основні переваги водневого транспорту: відсутність шкідливих викидів під час руху (лише водяна пара); висока енергетична ефективність паливних елементів (до 60%); короткий час заправлення порівняно з електромобілями; придатність для важкого транспорту (вантажівки, поїзди, кораблі). Серед викликів – висока вартість виробництва водню, обмежена інфраструктура заправок і проблеми зі зберіганням. У 2024 році в Європі та Азії вже діють пілотні водневі залізниці (Alstom Coradia iLint у Німеччині), водневі автобуси у Польщі, Чехії, Нідерландах та водневі вантажівки компаній Nikola і Toyota [3]. Ці приклади демонструють реальну можливість переходу транспорту до нульових викидів у найближчі десятиліття (рис.1).

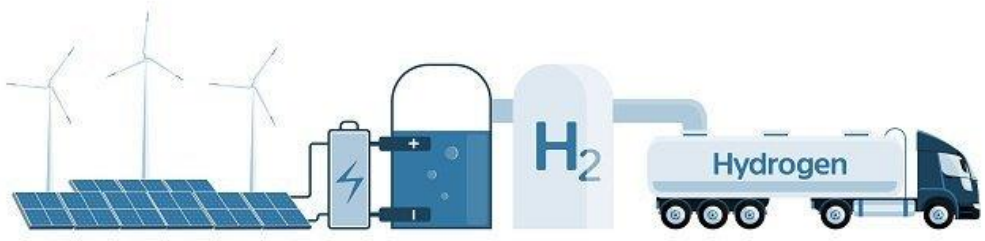


Рисунок 1 – Основні напрямки впровадження водневих технологій у транспорті

Водень має потенціал стати ключовим енергоносієм у транспортній системі майбутнього (рис.2,3) [4,5].

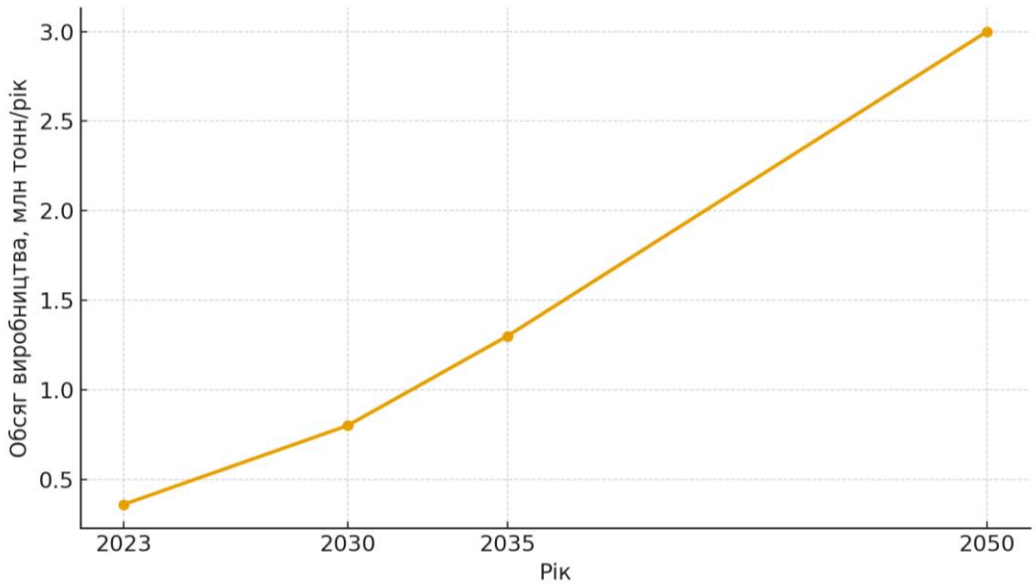


Рисунок 2 — Прогноз виробництва водню в Україні до 2050 року

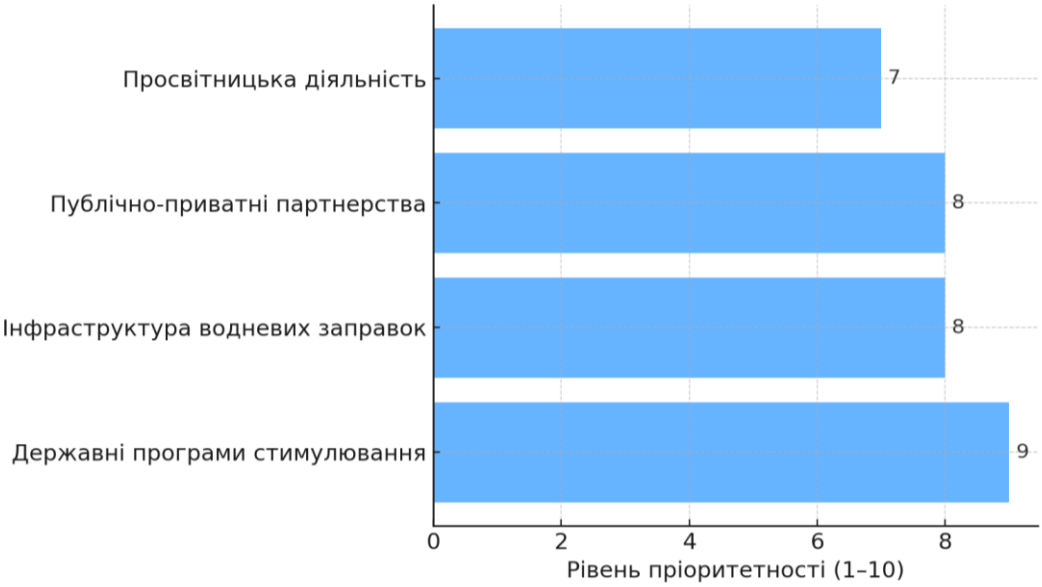


Рисунок 3 — Пріоритети розвитку водневого транспорту в Україні

Висновки. Використання водню дає змогу значно скоротити викиди CO_2, зменшити залежність від нафти та підвищити енергетичну безпеку. Проте для масового впровадження водневого транспорту необхідні масштабні інвестиції в інфраструктуру, вдосконалення технологій зберігання та зниження вартості зеленого водню [4].

Список використаних джерел

1. European Hydrogen Strategy. European Commission: веб-сайт. URL: https://energy.ec.europa.eu/ (дата звернення: 05.11.2025).

2. Hydrogen Roadmap Europe. Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU): веб-сайт. URL: https://www.fch.europa.eu/ (дата звернення: 05.11.2025).
3. Toyota Global: Hydrogen Mobility. URL: https://global.toyota/en/hydrogen/ (дата звернення: 05.11.2025).
4. Hydrogen-powered trains. Alstom: веб-сайт. URL: https://www.alstom.com/ (дата звернення: 05.11.2025).
5. Hydrogen Europe: Projects and Initiatives. URL: https://www.hydrogeneurope.eu/ (дата звернення: 05.11.2025).

УДК 338.512:621.22:504

Іванніков Сергій Валентинович
здобувач вищої освіти спеціальності «Металургія»
Христенко Андрій Ігорович
здобувач вищої освіти спеціальності «Гідроенергетика»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В ПЕРІОД ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ

Актуальність. Військові дії спричинили значні руйнування енергетичної інфраструктури України. Гідроелектростанції (ГЕС) та гідроакумулюючі електростанції (ГАЕС) відіграють ключову роль у відновленні та стабілізації енергосистеми завдяки своїй здатності до швидкого запуску та регулювання потужності [1].

Проводяться роботи з реконструкції Канівської, Кременчуцької, Дніпровської ГЕС [2]. Дослідження також зосереджені на оптимізації водосховищ та управління водними ресурсами для ефективної роботи ГЕС.

Активно вивчаються новітні технології турбін, генераторів, систем автоматизації та контролю, які дозволяють значно покращити техніко-економічні показники станцій, зменшити експлуатаційні витрати та вплив на довкілля. Україна, як і більшість країн світу, прагне зменшити викиди парникових газів. Гідроенергетика є чистим джерелом енергії, що не виробляє викидів CO_2 під час експлуатації, сприяючи декарбонізації енергетичного сектору [3].

Аналіз останніх досліджень. Активно розглядаються проєкти будівництва нових ГАЕС (наприклад, Канівської ГАЕС) та розширення існуючих. Дослідження включають техніко-економічне обґрунтування, оцінку екологічного впливу та пошук оптимальних рішень для інтеграції ГАЕС в енергосистему [3].

Мета. Метою досліджень перспектив гідроенергетики в Україні є комплексний аналіз потенціалу розвитку цього сектору енергетики, виявлення факторів, що сприяють чи перешкоджають його зростанню, та розробка рекомендацій для ефективного використання гідроенергетичних ресурсів країни.

Значна частина досліджень зосереджена на програмах модернізації існуючих ГЕС та ГАЕС. Це включає заміну турбін, генераторів, систем автоматизації, що дозволяє збільшити потужність, продовжити термін служби об'єктів та підвищити їх ККД [2]. Аналізується доцільність добудови раніше розпочатих, але зупинених проєктів, які потенційно можуть додати значні потужності.

Інновації та технології. Системи регулювання турбін від ANDRITZ Hydro. У 2024–2025 роках поставлено 15 систем для найбільших ГЕС та ГАЕС, включаючи Дніпро-1 та Канівську ГЕС. Ці інновації забезпечують швидке реагування на коливання навантаження, що є критичним для балансування мережі з ВДЕ (відновлюваними джерелами енергії) [4].

Деякі дослідники розглядають синергію між гідроенергетикою та виробництвом «зеленого» водню, де надлишкова електроенергія від ГЕС/ГАЕС може бути використана для електролізу [3].

Також до інновацій можна додати:

1. Гідрокінетичні турбіни які працюють без гребель і водосховищ, встановлюються прямо в русла річок або морські течії.

2. Малі ГЕС нового покоління – компактні, модульні, з низькими експлуатаційними витратами; можуть встановлюватися на існуючих гідротехнічних спорудах (мості, греблі, канали); популярні в ЄС та Україні як спосіб децентралізації енергетики.

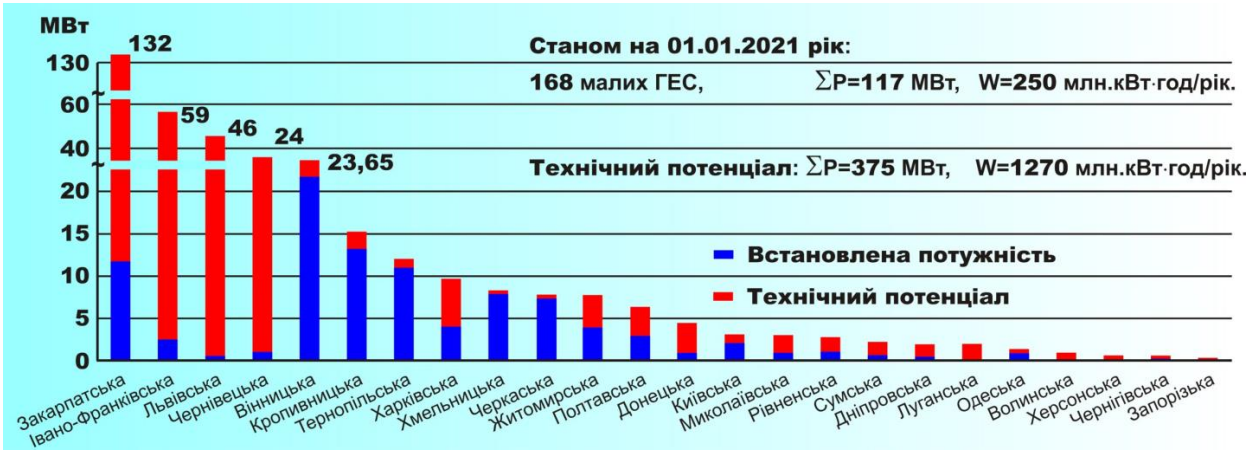


Рисунок 1 – Потенціал МГЕС [5]

Зростає популярність проєктів потужністю до 10 МВт, що генерують енергію для локальних мереж. У 2025 році планується будівництво 20–30 таких станцій у західних регіонах (Карпати, Прикарпаття), де гідропотенціал сягає 28% від загального. Інновації включають модульні турбіни, стійкі до наводнень, і інтеграцію із сонячними панелями для гібридних систем.

3. Екологічні турбіни де використовуються нові матеріали та форми, які зменшують травмування риб [5].

4. Морські технології, де використовується енергія припливів і океанічних течій (потенціал Чорного та Азовського морів) [6].

Висновки. Сучасні дослідження вказують на те, що гідроенергетика в Україні перебуває на етапі глибоких трансформацій, спричинених війною та глобальними енергетичними трендами. Ключовими напрямками є відновлення та модернізація існуючих потужностей, активне будівництво нових ГАЕС для системного балансування, а також розвиток малої гідроенергетики. Важливу роль відіграють інноваційні технології, цифровізація та формування сприятливої інвестиційно-правової бази. Дослідження підкреслюють, що успішне розвиток гідроенергетики є невід'ємною частиною відбудови України та забезпечення її енергетичної незалежності та стійкості.

Рекомендації. Виходячи з проведеного аналізу наступні рекомендації можуть сприяти ефективнішому розвитку гідроенергетики в Україні.

Державні програми підтримки, міжнародні грантові проєкти, приватні інвестиції, механізми зеленого фінансування [1].

Модернізація існуючих ГЕС, будівництво нових малих ГЕС, впровадження сучасних технологій підвищення ефективності, розвиток гідроакумулюючих станцій [1, 2, 5].

Оновлення обладнання на старих станціях, використання сучасних турбін з вищим ККД, впровадження цифрових систем управління, застосування екологічно безпечних технологій. Загальний гідроенергетичний потенціал України становить близько 25,8 млрд. кВт·год на рік; наявні 7 великих гідроелектростанцій на Дніпрі, близько 60 малих ГЕС у всій країні [4].

Карпатський регіон – великий потенціал малої гідроенергетики, Дніпровський каскад – основа великої гідроенергетики, західні області – перспективи мікро-ГЕС [5].

Впровадження плаваючих геліо-гідроакумулюючих станцій, мікро-ГЕС із використанням сучасних матеріалів, інтеграція з розумними електромережами [5, 6].

Мінімізація впливу на навколишнє середовище, збереження біорізноманіття річкових екосистем, використання риборозподільних пристроїв, контроль sediment-менеджменту. Розробка довгострокової державної програми, створення сприятливого інвестиційного клімату, підготовка кваліфікованих кадрів, міжнародне співробітництво [1,7].

Список використаних джерел

1. Міністерство енергетики України. План дій з відновлення енергетичної інфраструктури, 2023. веб-сайт. URL:https://mep.gov.ua (дата звернення: 30.10.2025).

2. ДП «Укргідроенерго». Звіт про модернізацію ГЕС Дніпровського каскаду, 2022. веб-сайт. URL:https://uhe.gov.ua (дата звернення: 30.10.2025).

3. Європейська комісія, науково-дослідний центр (JRC). Перспективи розвитку гідроенергетики у Європі, 2022. веб-сайт. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu (дата звернення: 30.10.2025).

4. IRENA (Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики).Витрати на виробництво електроенергії з відновлюваних джерел у 2022 році. веб-сайт. URL: https://www.irena.org (дата звернення: 30.10.2025).

5.Держенергоефективності України. Оцінка потенціалу малої гідроенергетики в Україні, 2021. веб-сайт. URL: https://saee.gov.ua (дата звернення: 30.10.2025).

6.Dnipro1,Ukraine-NewProject.веб-сайт.URL: https://www.andritz.com/hydro-en/hydronews/hn31/dnipro-1-ukraine (дата звернення: 30.10.2025).

7. World Bank.Оцінка ушкоджень енергетичної інфраструктури України, 2023. веб-сайт. URL: https://www.worldbank.org/ukraine (дата звернення: 30.10.2025).

УДК621.396

Косяк Антон Костянтинович,
Сидоренко Анастасія Віталіївна
здобувачі вищої освіти спеціальності
G5 «Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка»
Світанько Микола Вікторович
кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент
кафедра електроніки, інформаційних систем та
програмного забезпечення ІННІ ім. Ю.М, Потебні ЗНУ

РОЗРОБКА МІКРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ОРІЄТАЦІЇ У ПРОСТОРІ

Застосування у сучасних екологічних системах моніторингу навкольшнього середовища лідарних систем стає все більш актуальним. У мобільних наземних робототехнічних комплексах і безпілотних літальних апаратах (БПЛА) ця технологія відіграє дуже важливу роль: вона використовується для автоматичної побудови тривимірної карти (сцени) навколишнього простору і просторової орієнтації апарату [1, 2].

Сучасні тенденції розвитку навігаційних комплексів вказують на триваючий розвиток систем глобального позиціонування і особливу роль, яка їм приділяється з боку розвинених держав і союзів. При цьому, кожна з країн, розуміючи ризики і загрози безпеці, пов'язані з порушенням роботи аналогічних систем інших країн, послугами яких доводиться користуватися, намагаються розвивати власні навігаційні системи, стійкі до активних дій [3].

Тому, актуальним є питання розвитку, як нових навігаційних систем, так і систем орієнтації у просторі, незалежних від супутникових мереж. Основою

таких комплексів мають стати прилади, створені на базі сучасних електронних і інформаційних технологій [4, 5].

У роботі пропонується мікроконтролерна мікромеханічна система орієтації у просторі. На рисунку 1 представлена електрична схема системи.

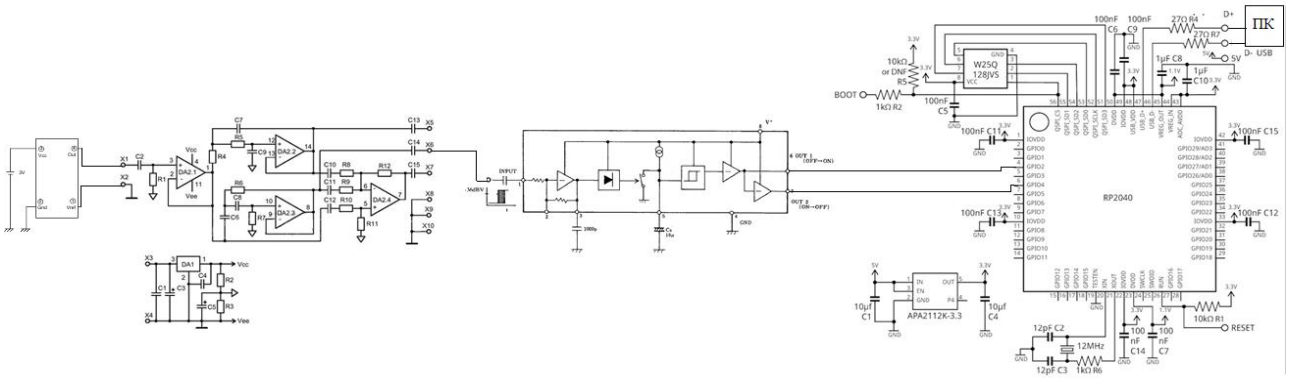


Рисунок 1 – Електрична схема мікромеханічної системи орієтації у просторі

Система живлення пристрою, в залежності від режиму роботи, може бути реалізована як окремими джерелами напруги в діапазоні від 3 В до 30 В, так і за рахунок джерел напруги, вбудованих у систему керування (живлення від ПК по каналу USB для логіки – 3 – 5 В).

ВЧ фільтр призначений для пкращення якості сигналу, що реєструється.

Підсилення сигналу після обробки ВЧ фільтром здійснюється за допомогою операційного підсилювача.

Мікропроцесорна система здійснює осаточну обробку сигналу реєстрації, передачу сигналу на пристрій реєстрації (ПК – персональний комп'ютер), корекцію за рахунок результатів обробки, а також, за потреби, може виконувати функцію низьковольтного джерела живлення 0 – 5 В.

У якості сенсорів у сисемі передбачено використання як гіроскопічних, так і магнітних датчиків. Це дасть можливість використовувати у прстрої одночасно дві складові орієнтації – магнітну і гравітаційну.

Список використаних джерел

1. LIDAR as an alternative to passive collectors to measure pesticide spray drift. Atmos. Environ / E. Gregorio , J. R. Rosell-Polo, R. Sanz et al. 2014. 247 p.

2. Kovalev V. A., Eichinger W. E. Elastic Lidar: Theory, Practice, and Analysis Methods. Wiley-Interscience : New York, NY, USA : 2004. 165 p.

3. Глобальні навігаційні системи – роль в сучасних військових конфліктах URL : https:// defence-ua.com (дата звернення 01.08.2025).

4. Філяшкін М. К. Мікроелектромеханічні системи : навч. посіб. Київ : НАУ, 2019. 276 с.

5. Rogers R. M. Applied mathematics in integrated navigation systems. 2nd ed. Reston : American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2003. 330 p.

УДК 620.92:621.311.1

Краснокутський Любомир Петрович
здобувач вищої освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЕРЕХІД 2030–2050 – РОЛЬ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ У ПІДВИЩЕННІ СТІЙКОСТІ РЕГІОНІВ

Актуальність. Тенденції до перебудови енергетичних стратегій певних держав протягом найближчих десятиліть не випадково спостерігаються в усьому світі. Це переважно спричинено нерівномірним розподілом викопних паливно-енергетичних ресурсів між країнами, тому виникає імпортозалежність. Через поступове вичерпання родовищ та негативні політико-правові аспекти суттєво зростає вартість імпорту, що негативно впливає на економічне становище. Крім цього, суттєвим недоліком більшості потужних енергосистем є значне забруднення навколишнього середовища парниковими газами та іншими хімічними речовинами, що негативно впливає на клімат та життя людей. Україна має чіткий порядок дій щодо зменшення обсягів парникових газів в атмосфері на 65 % до 2030 року і досягнення повної вуглецевої нейтральності енергоустановок до 2050 року [1]. Несприятливе становище в реаліях сьогодення робить принцип енергозабезпечення регіонів «єдиний генератор – єдиний споживач» дуже хитким і ненадійним, адже в разі аварії рівня енергосистеми багато регіонів перебуває в дефіциті енергоносіїв. Тут на допомогу й приходить принцип розосередженої генерації на базі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), створюючи локальні енергосистеми (ЛЕС). В поєднанні з потужними накопичувачами вони підвищують рівень енергобезпеки регіонів, зменшуючи залежність від централізованого енергозабезпечення.

Аналіз останніх досліджень. Світові спостереження в галузі енергетики свідчать, що масштабне впровадження ЛЕС цілком виправдане. Очікується, що потенційна економія від попередження можливих збитків через відсутність енергопостачання перевищить інвестиційні вкладення в спорудження ЛЕС. Реалізація даного енергетичного переходу підвищить відсоток ВДЕ в загальносвітовому виробництві електроенергії до 90 % за прогнозами до 2050 року. Якщо це дійсно буде реалізовано, людство зможе відмовитися від надпотужних об’єктів об’єднаної енергосистеми як основних (зарезервувати їх), які працюють на колективного споживача та перейти на іншу структуру мереж, яка і являтиме собою ЛЕС. За оптимістичного розвитку енергетики України, до 2050 року можна буде покрити потребу в енергозабезпеченні об’єктів на 100 % на базі ВДЕ за умови повної електрифікації систем опалення та гарячого водопостачання та значному впровадженні ЛЕС. До 2030 року у

світі планують збільшити сумарну потужність накопичувачів до 600 ГВт, оскільки практика показує, що без них неможливо буде досягти належної енергобезпеки регіонів через нестійкість ВДЕ [2].

Мета. Доведення того, що ЛЕС відіграватимуть велике значення в процесі енергетичного переходу в 2030 – 2050 рр. та становленні принципово нового бачення майбутнього енергетичної інфраструктури. Також буде наведено основні кроки стосовно впровадження ЛЕС з акцентом, що в майбутньому саме вони будуть основою енергозабезпечення регіонів.

Особливості функціонування. Однією з основних переваг розосередженої генерації є незалежність конкретного регіону від централізованого енергопостачання, а також незалежність джерела енергії від постачання викопних енергоресурсів, оскільки тенденція переходу на ЛЕС ґрунтується на поширенні впровадження ВДЕ. Такий підхід дозволяє підвищити рівень енергобезпеки регіонів у випадку масштабної аварії рівня енергосистеми, забезпечити електроенергією віддалені, важкодоступні місцевості, а також покращити загальне екологічне становище.

Ще одна особливість локальних енергосистем і ВДЕ загалом, яка є також їх недоліком – це забезпечення стійкості за допомогою потужних акумуляторних батарей, які можна заряджати в період надлишку енергії вдень, що буває рідко, а розряджати при пікових навантаженнях зранку і ввечері. Проблема самого недоліку ще й в тому, що виробництво обладнання для широкого впровадження ЛЕС (високоефективні сонячні панелі, надійні та довговічні акумулятори) – це дуже дорого і шкідливо для довкілля (як на етапі виробництва, так і утилізації). До того ж, значне поширення деяких ВДЕ може також призвести до змін клімату. Для прогнозованого енергетичного переходу потрібно, щоб як мінімум 50 % електроенергії від загального споживання вироблялося саме ВДЕ. Так як ВДЕ самі по собі нестійкі, необхідне пропорційне чисельне збільшення кількості акумуляторів, які підтримуватимуть добовий баланс потужностей і належні показники якості електроенергії. Якщо розглядати широке впровадження ЛЕС на базі сонячних електростанцій, то інвестиційні вкладення будуть ще вищими, оскільки попитом користуватимуться силові інвертори на базі дорогої електроніки. В підсумку, широке впровадження ЛЕС як основи енергобезпеки регіонів – надзвичайно дороге, складне і амбітне завдання.

Проте варто відмітити важливу перевагу поширення ЛЕС, зокрема виділення коштів на їх реалізацію з місцевих бюджетів, що покращує мікроекономічне становище регіонів за рахунок економії на зменшенні закупівлі необхідних обсягів електроенергії з об’єднаної енергосистеми та зниження рівня безробіття. Ці заходи стимулюють діяльність енергоефективних компаній щодо проведення наукових досліджень в галузі покращення енергетичних показників ВДЕ. Найоптимістичніший сценарій розвитку ЛЕС передбачає до 2050 року зменшити споживання традиційних енергоресурсів на 42 % від поточного споживання [3]. На рис. 1 зображено діаграму з частками виробництва електроенергії різними типами джерел, а також перспективи їх заміщення джерелами ВДЕ (у відсотках) по роках за оптимістичним сценарієм.

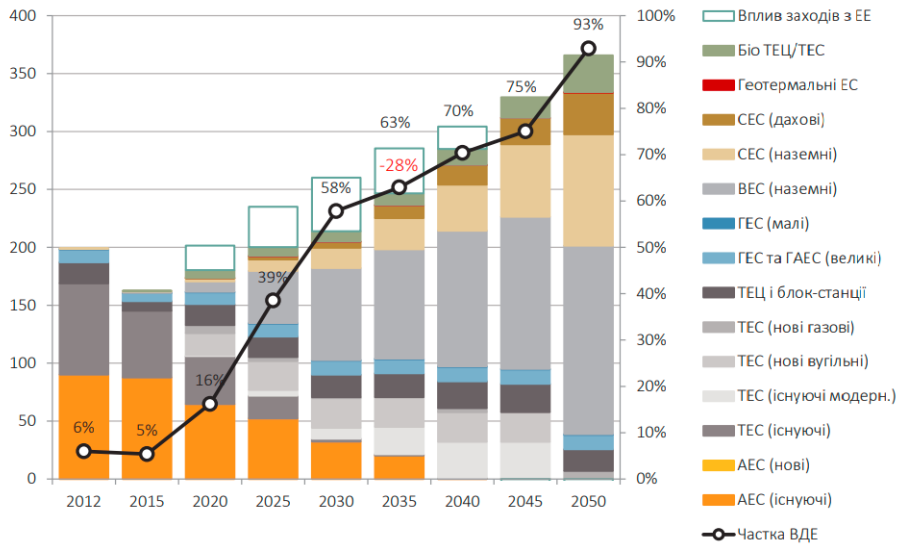


Рисунок 1 – Виробництво електроенергії та перспективи розвитку ВДЕ за оптимістичним сценарієм [3]

Висновки. ЛЕС – сучасна концепція в контексті енергетичної трансформації та забезпечення стійкості регіонів до перебоїв електропостачання. Широке впровадження передбачає значно підвищити частку ВДЕ в загальному енергобалансі країни (93 % в 2050 році [3]), роблячи конкретну місцевість незалежною від об'єднаної енергосистеми в плані виникнення аварійного стану останньої. Недолік нестійкості ВДЕ мінімізується застосуванням потужних акумуляторів.

Рекомендації.

1. Фінансовий стимул впровадження і розвитку ЛЕС «зеленим» тарифом, спеціальними програмами підтримки для об'єктів промисловості щодо впровадження систем на базі ВДЕ.
2. Якнайсильніше спрощення та мінімізація часу отримання допусків для можливості приєднання ЛЕС малих та середніх потужностей, що дуже важливо.
3. Інвестиції в автоматизацію мереж для ефективного керування процесами.

Список використаних джерел

1. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року. Energy Community. URL: https://www.energy-community.org/dam/jcr:83f06ffd-ec1b-4433-889c-1e3fb7caa741/UA%20A1_draft_NECP_2024_04_22_for_submission.pdf (дата звернення: 28.10.2025).

2. Глобальні проблеми енергетики та енергетична безпека. SciSpace. URL: https://scispace.com/pdf/global-trends-in-implementation-of-renewable-energy-sources-38rrq8s6.pdf (дата звернення: 28.10.2025).

3. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року. Звіт за результатами моделювання / О. Дячук та ін. Київ: Фонд ім. Г. Бьолля в Україні, 2017. 88 с. URL: https://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/11/Perehid-Ukrainy-na-vidnovlyuvanu-energetuky-do-2050_zvit.pdf (дата звернення: 28.10.2025).

УДК 620.9:662.636(477):338.242

Кужильний Андрій Олександрович,
Кравченко Денис Іванович
здобувачі вищої освіти спеціальності «Теплоенергетика»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ У КОНТЕКСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Актуальність. У нинішніх реаліях питання енергетичної незалежності України набуває особливого значення. Ключовим досягненням є розвиток біоенергетики, яка має потенціал на використання власних відновлюваних ресурсів, технології та економічну ефективність в умовах, коли Україна залежить від імпортних енергоносіїв.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні дослідження демонструють, що потенціал виробництва біогазу в Україні з агропромислових відходів: сировинна база – 71,4 % це залишки культур, гній – 26,6 %, харчові відходи – 2 %. Оціночний потенціал приблизно 34,59 млрд м^3 біогазу (включно з відходами переробної промисловості) [1]. Реалізація подібних проєктів сприяє зменшенню викидів парникових газів.

Проведена комплексна оцінка потенціалу біомаси та застосування технологій піролізу біомаси для збільшення виробництва біопалива: залишки після збирання, біомаса енергетичних культур, деревні відходи [2]. Використовується лише частина доступного потенціалу, а також впровадження технології піролізу дозволить значно розширити обсяги виробництва палив.

Мета. Метою дослідження є розпізнавання перспектив розвитку та аналіз сучасного стану біоенергетики в Україні, як ключовий напрям зміцнення енергетичної незалежності держави, а також ефективне використання біоенергетичних ресурсів.

Біоенергетика має значний потенціал, а саме сировинний: щорічно в Україні утворюється понад 50 млн тон побічної продукції сільського господарства (солома зернових, кукурудзяні стебла, лушпиння соняшника тощо). Близько 5 млн тон щорічно утворюється як відходи лісового та деревообробного виробництв [3].

Харчові рештки та сміттєзвалища можуть стати додатковим джерелом біогазу. Можна виділити невикористаний потенціал земель, тобто малопродуктивні, деградовані землі для вирощування енергетичних культур.

Щодо енергетичного потенціалу: технічно доступний потенціал біомаси становить близько 18-25 млн тон умовного палива на рік. Біогазові установки можуть виробляти до 8 м^3 біометану на рік, що дорівнює майже всій річній потребі побутового сектору [3].

Рисунок 1 показує прогноз загального внеску біоенергії до 2050 року.

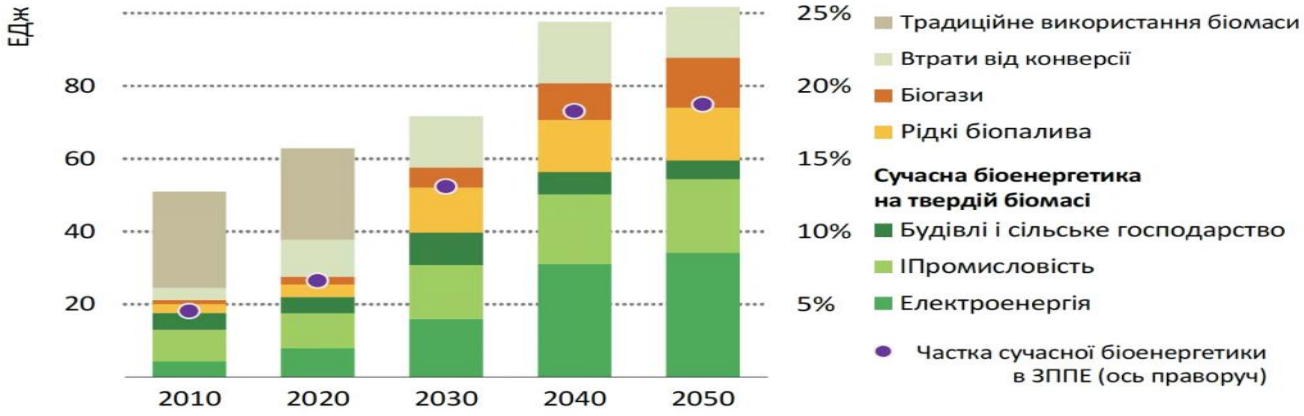


Рисунок 1 – Прогноз загального внеску біоенергії [4].

Розвиток біоенергетики розкриває екологічні переваги: використання біомаси, біогазу чи біопалива замість вугілля та газу скорочує викиди CO_2, який виділяється при спалюванні біопалива, що раніше поглинався рослинами під час їх росту. Також вона забезпечує раціональне використання аграрних залишків, які інакше спалювали б у полях, забруднюючи повітря. Переробка гною та органічних відходів у біогазових установках зменшує викиди метану – газу, який набагато шкідливіший за CO_2. Біоенергетика сприяє зменшенню забруднення ґрунтів і вод, адже відходи не потрапляють на сміттєзвалища. Зменшується смог і забруднення повітря через неконтрольоване спалювання соломи й сміття. Біопаливо є чистішим у порівнянні з вугіллям і мазутом, менше викидів сірки, пилу й токсичних речовин.

Основні економічні вигоди, це скорочення витрат на імпорт енергоносіїв; розвиток внутрішнього ринку й експорту; залучення інвестицій.

Рисунок 2 демонструє класифікацію технологій з поетапним перетворенням біомаси в енергетичні продукти.



Рисунок 2 – Класифікація технологій перетворення енергії біомаси

Попри значний потенціал, екологічні переваги та економічні вигоди, розвиток біоенергетики має обмеження:

1. Економічні виклики: висока собівартість біометану, у порівнянні з природним газом.

2. Технологічні бар'єри: відсутність масового виробництва українського обладнання (більшість імпортується). Недостатня інфраструктура для збору, транспортування на великі відстані та неефективне зберігання біомаси. Недостатній контроль за якістю.

3. Екологічні ризики: надмірне та неконтрольоване використання біомаси може призвести до виснаження земельних ділянок.

Завдяки інноваціям упроваджуються нові мембранні технології очищення біогазу до рівня природного газу; діють установки нового покоління, що започатковують технологію сухої ферментації, котра знижує потребу у воді; біопаливо новітнього покоління, що виробляє біоетанол з целюлози та агровідходів та добуває біодизель з водоростей. Застосування штучного інтелекту для вдосконалення роботи станцій. Системи прогнозування врожайності біомаси завдяки супутниковим знімкам.

Висновки. Біоенергетика дозволяє замістити значну частину імпортованих ресурсів (газ, вугілля, нафтопродукти), зменшити залежність від зовнішніх постачальників енергії. Вона може стати реальним фундаментом енергетичної незалежності завдяки інноваціям та технологіям.

Рекомендації. Проведений аналіз сучасного стану біоенергетики та перспектив розвитку в Україні розкрив подальший розвиток, який визначатиметься: інвестиціями в новітні технології, підвищення ефективності використання біомаси, розвитку нових видів сировини та використання відходів. Тобто потрібне створення та впровадження нових умов та системних заходів для підвищення ефективності виробництва енергії та використання ресурсів.

Список використаних джерел

1. Sustainability Assessment and Resource Utilization of Agro-Processing Waste in Biogas Energy Production / V. Koval, A. Dzintra, L. Filipishynaet al. Climate, 2025, p. 99. URL: https://www.mdpi.com/1996-1073/16/18/6456 (дата звернення: 02.11.2025).

2. Geletukha G. G., Zheliezna T. A., Kucheruk P. P., Drahniev S. V. Analysis of prospective directions for using ukraine's biomass potential for energy. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 2023, P. 77-86. URL:https://ihe.nas.gov.ua/index.php/journal/article/view/537?utm_source=.com (дата звернення 02.11.2025).

3. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. Біоенергетика. URL: https://saee.gov.ua/diialnist/vidnovliuvalna-enerhetyka/alternatyvna-enerhetyka/bioenerhetyka (дата звернення: 02.11.2025).

4. UABIO. Біоенергетика у 2050 році: перспективи. URL: https://uabio.org/materials/11849/ (дата звернення: 02.11.2025).

УДК 699.86:691.1

Кузнєцов Владислав Андрійович
здобувач вищої освіти спеціальності
G19 Промислове та цивільне будівництво
Арутюнян Ірина Андріївна
доктор технічних наук, професор кафедри
промислового та цивільного будівництва
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізький національний університет

ПОШУК ШЛЯХІВ СКОРОЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ У ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ

Актуальність. Більша частина житлового фонду України, а саме приблизно 9,2 млн житлових будинків, була збудована до 90-х рр. XX століття, що загалом не відповідає сучасним вимогам енергоефективності й обумовлює значні витрати енергії, які в 2-3 рази більше, ніж у будівлях Європейського Союзу [1]. Для порівняння, енерговитрати на опалення 1,0 м^2 загальної площі в Україні становлять в середньому ≈ 260,0 (кВт·год)/м^2 на рік, тоді як у Німеччині – 180,0 (кВт·год)/м^2 на рік, у країнах Скандинавії – 150,0 (кВт·год)/м^2 на рік, а в будинках, зведених із застосуванням теплозберігаючих технологій – 60,0-80,0 (кВт*год)/м^2 на рік [2, с. 35]. На Рисунку 1, показано тенденцію питомого споживання енергії побутовими споживачами для опалення в Україні [2, с. 35].



Рисунок 1 – Питоме споживання енергії побутовими споживачами для опалення в Україні (2005 – 2012 рр.)

Тому, з огляду значних витрат енергії, втрат тепла та фінансових затрат на енергоносії, підвищення енергоефективності будівельного фонду України є досить нагальним та актуальним явищем сьогодення.

Метою дослідження є пошук способів для зменшення теплових втрат у житлових будівлях.

Результати дослідження. Насамперед, варто розуміти, що термін «тепловтрати» характеризує процес втрати будівлею тепла через дефекти в конструктивних елементах (покрівля, зовнішні стіни, віконні та дверні прорізи, підвальне приміщення, системи вентиляції, кондиціонування, водо- та теплопостачання тощо), через що витрати енергії значно зростають. З огляду цього, для усунення або зменшення ефекту теплових втрат, необхідно строго дотримуватися норм та вимог енергоефективності, суть якої полягає в мінімізації споживання енергії при збереженні того ж рівня продуктивності будівлі, що дозволяє знизити витрати на енергоносії, скоротити викиди парникових газів та зменшити навантаження на довкілля [3, с. 15]. На основі цього, можна зазначити, що проблема енергоефективності житлового фонду України та значного рівня тепловтрат базується на наступних структурних аспектах:

1. порушення герметичності конструктиву житлової будівлі, застарілі огороджувальні конструкції та зношені системи вентиляції, кондиціонування, тепло- і водопостачання, дефекти яких обумовлюють значні втрати тепла (так, через дах втрачається 15-25% тепла, через систему вентиляції – 10-20%, через вікна – 20-30%, через шпарини у дверях – 10-15%, через зовнішні стіни – 30-40%, через підвал – 3-10%, через теплоцентраль – до 20% тепла [4, с. 6; 9]);
2. низька тенденція щодо модернізації та реновації житлових будівель (наприклад, в ЄС щорічний рівень енергоефективної модернізації залишається дуже низьким на рівні 1,0% [5]);
3. незначне використання сучасних інноваційних технологій, зокрема, аспектів відновлювальної енергетики й цифрових надбань;
4. не відповідність сучасним нормам енергоефективності та повільні темпи розвитку й оновлення нормативної бази будівництва.

У зв’язку з цим, стає за необхідність пошук способів, використання та впровадження яких могло б зменшити рівень теплових втрат житлових будівель, тим самим значно підвищило б енергоефективність будівельного об’єкта. Загалом, у табл. 1, наведено можливі шляхи скорочення теплових втрат житлових будівель.

Таблиця 1 – Шляхи скорочення тепловтрат у будівлях

№ п/п	Група методів	Характеристика
1	Теплоізоляція будівель [6]	При теплоізоляції будівель особливу увагу необхідно приділити: • стінам, для яких слід використовувати суцільну теплоізоляцію (наприклад, екологічний утеплювач, PIR, EPS) зовні або всередині для покращення коефіцієнта теплопередачі U; • дахам/горищам, для яких варто використовувати високоміцні матеріали з товщиною, що відповідає кліматичній зоні. Похилі та плоскі дахи повинні мати безперервність ізоляції з мінімізацією теплових містків; • підлогам, для яких необхідно використовувати жорсткі панелі (наприклад, XPS) та запобігати утворенню теплових містків по краях у місцях стикання плити із зовнішніми стінами

Продовження табл. 1

№ п/п	Група методів	Характеристика
2	Фасадні системи	При зменшенні теплових втрат, також важливо особливу увагу приділяти фасадній системі будинку, оскільки від неї залежатиме захист утеплювача від атмосферного впливу, вологості, ультрафіолету, механічних пошкоджень тощо. Серед інноваційних варіантів, можна взяти до уваги наступні: • вентильовані фасади, що мають повітряний прошарок, завдяки якому утеплювач «дихає»; • подвійний фасад, що складається з 2-ох шарів скла, в порожнині між якими проходить повітря, тим самим підвищуючи тепло- та звукоізоляцію; • фасадні системи з вбудованими фотоелементами, які здатні виробляти електроенергію та бути конструктивною частиною будівлі; • адаптивні фасадні системи, які здатні змінюватися залежно від зовнішніх чинників (вологість, температура, освітленість)
3	Високоефективне скління та віконні системи [6]	Для зменшення тепловтрат необхідно уважно ставитися до робіт із заповнення віконних прорізів, зокрема, треба: • встановлювати потрійні склопакети з низькоемісійними (Low-E) покриттями або газовим заповненням (аргон або криптон); • використовувати оптимізовані проставки з теплими краями для зменшення втрат на краях; • забезпечувати герметизацію периметра за допомогою пароізоляційних бар’єрів та розширювальних стрічок, щоб уникнути проникнення повітря та утворення теплових містків
4	Конструкції дверей	При монтажі дверних конструкцій, варто перевіряти області примикання дверної коробки до стін, стелі та підлоги, та, при виявленні, усувати утворені шпарини, тріщини, зазори
5	Герметичність та контроль теплових містків [6; 7]	Інфільтрація повітря може становити понад 30% втрат тепла в погано герметизованих будівлях. Для усунення дефектів, необхідно: • герметизувати відповідні області прокладками, герметичними стрічками або мембранами навколо стиків, проходок комунікацій та структурних з’єднань; • мінімізувати теплові містки за допомогою терморозривів, безперервних шарів ізоляції; • використовувати будівельні тепловізори, для виявлення та усунення місць інфільтрації тепла
6	Вентиляція з рекуперацією тепла [6; 7]	Зменшення тепловтрат може забезпечити улаштування вентиляції з рекуперацією тепла, які здатні рекуперувати до 90% тепла, що виходить із застояного повітря та запобігати холодним протягам
7	Оптимізація системи опалення [6; 7]	Зменшити тепловтрати можна при влаштуванні ефективних систем опалення, які працюють у синергії з теплоізоляцією будівлі, зокрема, до таких можна віднести наступні: • програмовані термостати та зональні регулятори відповідно до графіків заповненості; • гідравлічне балансування радіаторів або систем теплої підлоги для рівномірного розподілу тепла; • модулюючі джерела тепла (наприклад, конденсаційні котли, теплові насоси)

Продовження табл. 1

№ п/п	Група методів	Характеристика
8	Інтеграція відновлюваних джерел енергії [7]	Впровадження рішень з відновлювальної енергії оптимізує та доповнює системи опалення, зокрема, сонячні теплові та фотоелектричні панелі можуть виробляти електроенергію для живлення систем опалення та іншого обладнання, тим самим зменшуючи залежність від викопного палива та інших джерел енергії
9	Цифрові надбання	Зменшення тепловтрат досягається використанням точних приладами для виявлення теплових містків, зокрема, будівельними тепловізорами та проводити моніторинг стану конструкцій з використання датчиків та сенсорів IoT

Висновки. Підсумовуючи, варто зазначити, що житловий фонд України має серйозні проблеми з енергоефективністю, що характеризується значними тепловими втратами, які проявляються з різних причин. Для усунення чи зменшення тепловтрат важливо уважно ставитися до ізоляції конструктивів будівлі, ретельно ставитися до герметичності стиків, областей примикання, впроваджувати технології відновлювальної енергетики та використовувати цифрові розробки (електронні прилади, сенсори для аналізу стану конструкцій) і розвивати нормативну базу, яка б регламентувала ці будівельні операції тощо.

Список використаних джерел

1. Що таке енергоефективність і як її впроваджувати - Екодія. *Екодія.* URL: https://ecoaction.org.ua/shcho-take-ee.html (дата звернення: 28.10.2025)
2. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / О. Дячук, М. Чепелєв, Р. Подолець та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої. Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с. URL: https://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/11/Perehid-Ukrainy-na-vidnovlyuvanu-energetuky-do-2050_zvit.pdf (дата звернення: 28.10.2025).
3. Інструменти енергоефективності в промисловості та АПК: кращі рішення : посібник / Л. Хоміч, Т. Буренко, О. Новицький та ін. Київ : Вид-во ТОВ «Офіс сталих рішень», 2024. 182 с. URL: https://ukraine-oss.com/wp-content/uploads/2024/09/draft-posibnyka_energoefektyvnist_web-1.pdf (дата звернення: 28.10.2025)
4. Енергоефективність у будівництві: від А до Я. URL: https://www.sgpinfo.org.ua/sites/default/files/pdf/buklet_energoefekt_bud3_compressed_1.pdf (дата звернення: 28.10.2025)
5. Energy Performance of Buildings Directive. *Energy.* URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en (дата звернення: 28.10.2025)
6. How to prevent heat loss in your home - Aimwin Windows And Doors. *Aimwin Windows And Doors.* URL: https://aimwin.eu/how-to-prevent-heat-loss-in-your-home/ (дата звернення: 29.10.2025)
7. partnership21. 18 Strategies to Master Sustainable Winter Design. *GBCE.* URL: https://www.greendesignconsulting.com/single-post/18-strategies-to-master-sustainable-winter-design (дата звернення: 29.10.2025)

UDK 661.931

Roman Lepekhov
student majoring in Automation and Computer-Integrated Technologies
Mykyta Ivchenko
PhD student
Alina AYerofieieva
Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Engineering and Cyber-Physical Systems
Y. M. Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute of Zaporizhzhia National University

HYDROGEN AS A PROMISING ENERGY SOURCE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UKRAINE'S ENERGY SECTOR

Relevance. In recent years, hydrogen has become particularly relevant for Ukraine as a clean and renewable source of energy capable of reducing dependence on fossil resources and imported energy carriers. Its use contributes to the decarbonization of various industries and the economy, as well as to the development of a sustainable and environmentally safe energy infrastructure.

Analysis of recent research. Hydrogen is the most promising clean energy source for future energy carriers, which has the advantages of high energy density and wide availability. The calorific value of hydrogen (140.4 MJ/kg) is 3–4 times higher than that of hydrocarbon fuels. Hydrogen is also considered the most optimal fuel for fuel cells, since the final product is pure water, and energy efficiency can reach more than 90% [1].

Purpose. The purpose of this research is to assess the potential of hydrogen energy for reducing dependence on fossil fuels, decreasing greenhouse gas emissions, and reviewing existing hydrogen projects in Ukraine.

Depending on the energy source used for its production, hydrogen is categorized as grey, blue, pink, yellow, brown/black, or green. Most global projects aim to produce green hydrogen, chosen for its lack of greenhouse gas emissions. It is produced through water electrolysis using electricity generated from renewable energy sources. Green hydrogen has a wide range of applications – from transport and industry to energy storage and power systems. Solar and wind energy are the most suitable for its production.

Due to Ukraine’s significant potential in renewable energy, developed infrastructure, and advantageous geographic location, the country holds substantial competitive advantages for the development of the green energy sector. This enabled Ukraine’s participation in the European program «2x40 GW Green Hydrogen Initiative» [2], according to which 10 GW of new electrolysis capacity is planned to be installed in Ukraine by 2030, including 2 GW for domestic use and 8 GW for export to EU countries through pipelines. Ukraine also participates in another project [3], approved by the European Commission in November 2023, called the Central European Hydrogen Corridor, represented by the gas transmission operators of Ukraine, Germany, the Czech Republic, and Slovakia.



Figure 1 – Diagram of the Central European Hydrogen Corridor[3]

Germany's central location makes it a key European hydrogen hub within the strategy to transport 20 million tons of hydrogen by 2030. One of six hydrogen corridors – the Central European – will connect Germany with Ukraine, which Germany views as a strategic partner.

Ukraine has also adopted its own Hydrogen Strategy until 2050 [4], which includes the creation of a full-fledged hydrogen market. Short-term goals include forming a legal framework, launching pilot projects, and preparing the gas transmission system for hydrogen transport. Medium-term goals involve developing the domestic market and producing 12-15 GW of hydrogen, while long-term goals focus on the large-scale implementation of «green» hydrogen in industry, transport, and export systems.

Ukraine is also participating in several international projects:

1. ODESA HYDROGEN VALLEY (Reni, Odesa region, Ukraine), within the H2U Hydrogen Valley project.

The goal of the project is to build a renewable hydrogen production plant with an initial electrolysis capacity of 100 MW, intended for producing renewable electricity and green hydrogen for domestic use and export to EU countries. Planned capacities: 100 MW of electrolysis by 2028 and 200 MW by 2030 [5]. This project also joined the Central European Hydrogen Corridor in 2024.



Figure 2 – Odesa Hydrogen Valley [5]

2. ZAKARPATTIA HYDROGEN VALLEY (Zakarpattia region, Ukraine), also within the H2U Hydrogen Valley project.

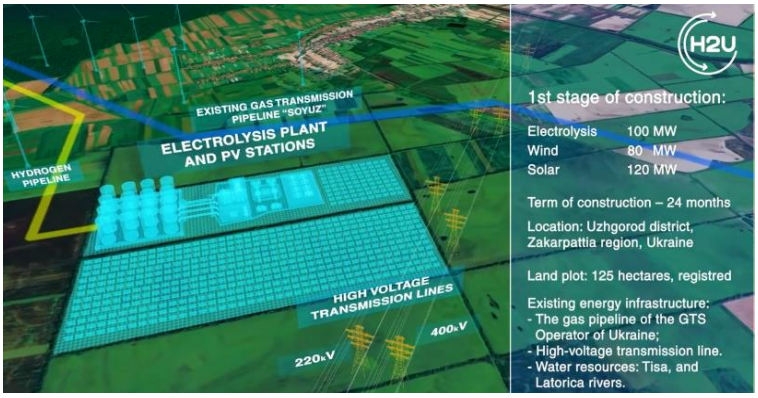


Figure 3 – Zakarpattia Hydrogen Valley [5]

The goal of the project is to build a renewable hydrogen production plant with an initial electrolysis capacity of 100 MW, intended for producing renewable electricity and green hydrogen, to be exported to Košice, Slovakia [5].

Conclusions. In the future, hydrogen energy can significantly reduce CO_2 emissions and decrease the country's dependence on fossil fuels. Ukraine and the EU have already taken major steps toward implementing these ideas by combining their efforts to create a shared infrastructure for the production, transportation, and use of green hydrogen.

References

1. The future of hydrogen energy: Bio-hydrogen production technology. ScienceDirect website. URL: https://www.sciencedirect.com/ (accessed: 01.11.2025).

2. Renewable Energy. *Scientific Journal*. 2025. №. 2(81). (accessed: 01.11.2025).

3. Energy from Water. What is "Green" Hydrogen and How It Is Planned to Be Produced in Ukraine. *RBC website*. URL: https://www.rbc.ua/ (accessed: 01.11.2025).

4. Hydrogen Strategy of Ukraine: Project. Institute of Renewable Energy, NAS of Ukraine, Kyiv, 2021, 91 p. (accessed: 01.11.2025).

5. HYDROGEN VALLEYS. H2U website. URL: https://h2u.ua/ (accessed: 01.11.2025).

УДК621.396

Павленко Денис Володимирович,
Янченко Дмитро Романович
здобувачі вищої освіти спеціальності
G5 «Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка»
Світанько Микола Вікторович
кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент
кафедра електроніки, інформаційних систем та
програмного забезпечення ІННІ ім. Ю. М, Потебні ЗНУ

РОЗРОБКА ОПТОВОЛОКОННОЇ ЗНЕЗАРАЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

У системі протиепідемічних заходів саме створення несприятливості населення до інфекційних хвороб займає одне з найбільш важливих місць. Стратегія ВООЗ щодо зниження смертності та захворюваності на інфекційні хвороби, насамперед серед дітей, передбачає обов'язкове впровадження ефективної специфічної імунізації населення. Виконання програм імунізації привело до значних успіхів у боротьбі з інфекційними хворобами [1,2].

Сьогодні одним з найбільш поширених методів знезараження вважається ультрафіолетове (УФ) знезаражування [1]. У будь-якому відкритому джерелі можуть жити хвороботворні бактерії. Всі хвороботворні мікроорганізми, бактерії і віруси, що містяться у воді, тільки тоді зможуть завдати шкоди людському організму, якщо будуть інтенсивно розмножуватися. Але ультрафіолетове знезараження позбавляє їх такої можливості, тому негативний вплив мікроорганізмів зводиться до нуля. Для УФ знезараження сьогодні застосовуються хвилі досить вузького діапазону – від 250 до 270 нм. У цих рамках бактерицидна дія ультрафіолету набуває своє максимальне значення. Велика частина установок по знезараженню води ультрафіолетом використовує лампи низького ртутного тиску, які виробляють випромінювання довжиною в 260 нм, тобто оптимальну довжину хвилі [3, 4].

Але, використання таких систем для знезараження невеликих за розмірами об’єктів є нераціональним, і навіть небезпечним. Тому актуальною є потреба у системах знезараження із невеликими габаритами та ефективним джерелом УФ випромінювання [1, 5].

У роботі представлена оптоволоконна знезаражувальна система, яка має джерело випромінювання потрібного спектрального діапазона – напівпровільниковий УФ світлодіод LED260W з довжиною хвилі випромінювання λ=265 нм, та світловипромінюючу систему, яка складається із кварцевого овтоволокна та ділянки із нанесеним спеціальним імерсійним покриттям, що забезпечує безпосередній транспорт УФ випромінювання до місця знезараження. На рисунку 1 представлена структурна схема, розроблюваної системи.

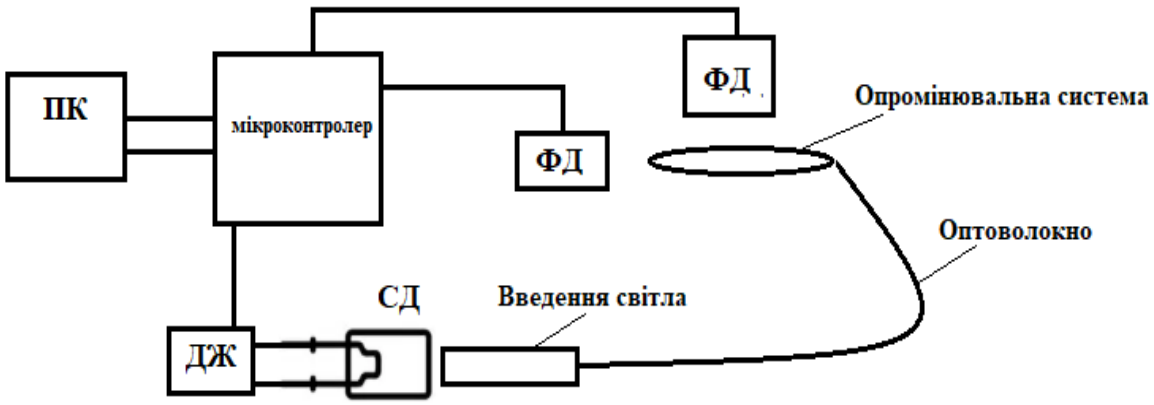


Рисунок 1 – Структурна схема оптоволоконної знезаражувальної системи

Схема складається із УФ світлодіода (СД), джерела живлення світлодіода (ДЖ), системи введення світла у оптоволокно, кварцевого оптоволокна, системи безпосередньої обробки (опромінювальна система), безпосередній контроль параметрів світлового потоку здійснюється фотоприймачами (ФД), для забезпечення автоматизації роботи схеми використовується мікроконтролер сумісно із персональним комп'ютером.

Використання розроблюваної системи має більш ефективне застосування, ніж у раніше розроблюваних аналогічних пристроях [6].

Список використаних джерел

1. Інфекційні хвороби : підручник / за ред. О. А. Голубовської. 4-те вид., перероб. і допов. Київ : ВСВ «Медицина»). 2022. 464 С.

2. Про захист населення від інфекційних хвороб : Закон України № 1645-III від 6 квітня 2000 м. Київ [1645-14]; остання редакція від 11.06.2009 (чинний).

3. Матеріали сайту компанії Трейдінг URL: https://ctrading.com.ua (дата звернення 01.03.2025).

4. Ультрафіолетове випромінювання. Гігієнічні аспекти його використання в медицині : навч.- метод. посіб. до практ. занять та самост. роботи студентів III курсів мед. ф-тетів з навч. дисципліни «Гігієна та екологія» для спец. 222 «Медицина» / А. І. Севальнєв, М. П. Гребняк, Р. А. Федорченко та ін. Запоріжжя : ЗДМУ, 2020. 114 с.

5. Терещенко М.Ф. Біофізика : підручник / М. Ф.Терещенко, Г. С. Тимчик, І. О. Яковенко. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. 444 с.

6. Сколоздра С. В., Чайковський Б. П., Лецик О. С. Розрахунок і проєктування комбінованого ультрафіолетового випромінювача для опромінення тварин. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Ґжицького* 2009. Т. 11 № 3(42) Ч. 2.

УДК 621.338.51

Попов Юрій Вікторович
здобувач вищої освіти спеціальності «Електроніка»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ У ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ (PV) СИСТЕМАХ

Актуальність. В умовах глобального енергетичного переходу та зростання тарифів на традиційні енергоносії, сонячна енергетика стає ключовим елементом забезпечення енергетичної стабільності та незалежності. Ефективність фотоелектричних систем безпосередньо впливає на їх економічну доцільність та термін окупності. Оскільки перетворювачі енергії (інвертори та контролери) є критичною ланкою, що визначає кінцевий виробіток змінної напруги, їх технічна оцінка та аналіз.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні дослідження [1, 2] переважно зосереджені або на розробці нових матеріалів для підвищення ККД самих фотомодулів, або на вдосконаленні топології силових інверторів. Значна увага приділяється оптимізації алгоритмів відстеження точки максимальної потужності (MPPT) для роботи в умовах часткового затінення. Проте, бракує комплексного аналізу каскадного впливу всіх етапів перетворення – від модуля до інвертора на сукупну ефективність системи в реальних умовах експлуатації, що і визначає мету даного дослідження.

Мета. Метою дослідження є оцінка ефективності перетворювачів енергії у ВДЕ-системах, аналіз основних параметрів, що впливають на коефіцієнт корисної дії в фотоелектричних установках.

Розглянемо параметри ефективності у фотоелектричних (PV) системах:
ККД PV-системи – це каскадний добуток ефективностей:

$$з_{системи} = з_{модуля} \cdot з_{втрати} \cdot з_{з'єднання} \cdot з_{MPPT} \cdot з_{інвертор},$$

де $з_{модуля}$ – ефективність сонячного модуля (перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію постійного струму). Зазвичай становить 0,20 (**20 %**) – типові сучасні кристалічні модулі комерційного класу ~18–22 % (преміум до 24–25 %) [1];

$з_{втрати}$ – втрати через температуру, пил, затінення, деградацію та інші фактори. 0,90 (≈ 90 %; тобто ~10 % вищезгаданих втрат). Наприклад, пил може зумовлювати зниження потужності на кілька відсотків, а температура – ще на кілька відсотків; разом звичайно 5–15% залежно від умов екплуатації;

$з_{з'єднання}$ – ефективність електричних з'єднань та кабелів (втрати на опір провідників). 0,98 (≈ 98 %, тобто ~1–2 % втрат на кабелі й контакти при нормальному проєктуванні);

$з_{МРРТ}$ – ефективність системи відстеження точки максимальної потужності (Maximum Power Point Tracking). 0,99 (99 %; сучасні MPPT-регулятори/контролери мають дуже високий ККД, зазвичай 95–99 % – для MPPT у мережевих системах беремо ~98–99 %);

$з_{інвертор}$ – ефективність інвертора, який перетворює постійний струм у змінний. 0,97 (97% – типовий діапазон 95–99 % залежно від моделі й поточного навантаження, для побутових/комерційних інверторів 96–98 %) [2].

Найбільші втрати енергії спостерігаються при її перетворенні з постійного у змінний струм. Алгоритм MPPT (Maximum Power Point Tracking) оптимізує роботу системи для максимального вилучення потужності. Його ефективність оцінюється коефіцієнтом η_{mppt}, який коригує загальний ККД. Інвертори з функцією MPPT забезпечують автоматичне відстеження точки максимальної потужності фотомодуля, що підвищує загальний ККД системи на 10–15%. Застосування високочастотних трансформаторів, силових транзисторів типу IGBT та MOSFET сприяє зменшенню теплових втрат і підвищенню стабільності роботи системи.

Таким чином, використовуючи типові значення для сучасних фотоелектричних систем (комерційні/дачні установки) в Україні можна обчислити $\eta_{системи} \approx 0{,}1694 = 16.9$ % загальної конверсії сонячної енергії в корисну електричну енергію змінного струму (від падаючої сонячної потужності).

Коефіцієнт використання встановленої потужності (КВВП) сонячних електростанцій у різних регіонах України варіюється, наприклад, 8 % у зимовий період, тоді як річний КВВП становить 14 % [3]. На рисунку 1 наведено очікуване річне виробництво електроенергії сонячними електростанціями (МВт·год на МВт встановленої потужності) у різних регіонах України з КВВП 14 %.

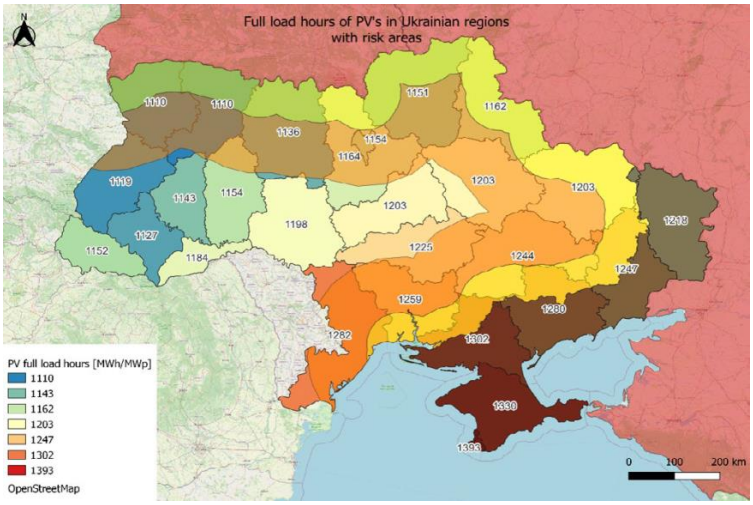


Рисунок 1 – Очікуване річне виробництво електроенергії сонячними електростанціями з КВВП 14 % [3]

Висновки. Проведений аналіз ефективності фотоелектричної системи (PV) чітко демонструє, що загальний ККД є добутком ефективності окремих компонентів. Ключовим обмежуючим фактором є ефективність самого фотомодуля $з_{модуля}$, яка на сучасному рівні становить близько 20 %.

Рекомендації. Для максимізації кінцевого виробітку енергії та підвищення загальної ефективності системи рекомендується оптимізація MPPT під реальні умови, вибір інвертора за профілем ефективності та мінімізація втрат у кабельних лініях.

Список використаних джерел

1. Solar PV Energy Factsheet. веб-сайт. URL: https://css.umich.edu/publications/factsheets/energy/solar-pv-energy-factsheet?utm_source (дата звернення: 29.10.2025).
2. SolarEdge Inverter Efficiency, Europe & APAC. веб-сайт. URL: https://knowledge-center.solaredge.com/sites/kc/files/application_note_solaredge_inverters_efficiency.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 29.10.2025).
3. Міністерство енергетики України. КАТАЛОГ КРИТИЧНО ВАЖЛИВИХ ТЕХНОЛОГІЙ для енергетичного сектору України. Січень 2024 веб-сайт. URL: https://mev.gov.ua/storinka/kataloh-krytychno-vazhlyvykh-tekhnolohiy-dlya-enerhetychnoho-sektoru-ukrayiny (дата звернення: 29.10.2025).

УДК 621.311

Рибак Олександр Володимирович
здобувач вищої освіти, спеціальність 141,
кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
Башлій Сергій Вікторович
к. техн. н., доцент,
доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького Національного Університету

ПОШИРЕННЯ АВТОНОМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Використання електричної енергії в технологічних процесах залишається невід'ємною частиною людської діяльності, яка змінює фізичне оточення. Наслідки виконаної роботи можуть бути як позитивними, так і негативними для людини безпосередньо. Впровадження та експлуатація енергетичних систем не є винятком, особливо в тих випадках, коли доступ до електроенергії (через високоенергетичні електростанції) стає вкрай ускладненим, а то й неможливим. Одним з доступних способів вирішити проблему нестачі електроенергії

в важкодоступних місцях є установка автономних енергетичних систем, до якої входить енергетична установка, що дозволяє виробляти електрику за допомогою зовнішніх енергетичних потоків, наприклад, як матеріальна сила вітру (вітряні генератори) або світлова сила сонця (фотовольтаїчні пристрої, PV).

За останні десятиліття, завдяки розвитку і здешевленню ринку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), виникає попит на використання вказаних сил в екологічних, економічних або технологічних цілях. Завдяки цьому стає можливим будівництво власної електростанції для побутового споживача, з метою задоволення потреб таких апаратів, яким для роботи необхідна електроенергія побутового вольтажного рівня. Її використання може бути як змішаним із загальною енергомережею країни (адаптивні енергетичні системи), так і не мати жодного іншого постачальника електрики.

У випадку з останніми, широкий спектр причин будівництва саме таких систем викликаний найрізноманітнішими ускладненнями для прокладання електричних кабелів, установки розподільної апаратури, інше. На досвіді України, причиною проблемної передачі електроенергії може стати руйнування безпосередньо енергетичної інфраструктури, при якій неможливий налагоджений ремонт, але більш того, навіть у разі ремонту, ймовірне повторне знищення вже відновленої техніки.

В умовах, при яких загальна державна енергомережа не справляється з обсягом споживання електроенергії, установка автономних систем для споживача не тільки побутового, але і підприємницького рівнів стає банальною необхідністю для продовження людської діяльності.

Одними з ключових факторів типу автономних енергосистем, що розробляються, є фінансовий і фізичний, вони обидва корелюють між собою, оскільки доставка, розміщення і подальша експлуатація відновлюваних генераційних пристроїв безпосередньо залежать від фізичного (геометричного) розподілу. У свою чергу, експлуатація даних установок вже залежить як від фізичного положення, так і від споживання виробленої електроенергії.

Досвід впровадження автономних систем у розвинених країнах, таких як країни Європи, показує, що системи на основі ВДЕ тільки розширюються в секторі енергетичної інфраструктури. У 2024 році в Європі було встановлено ≈21,9 ГВт·год нових батарей; сумарний парк до кінця 2024 року оцінено в ≈61,1 ГВт·год за даними SolarPower Europe. В ЄС у 2024 році встановлено ≈65,5 ГВт PV за річним додаванням. Це рекордні річні додавання, і вони істотно збільшують потенціал для автономних систем (але важливо враховувати адаптивний тип PV + BESS)[1].

Зниження темпів зростання у встановленні нових автономних систем вказує на насиченість ринку тематичним продуктом, що формує подальше економічне середовище. Іншими словами, ринок дозрів і готовий поширюватися в сфері сучасної енергетики[1, 2].

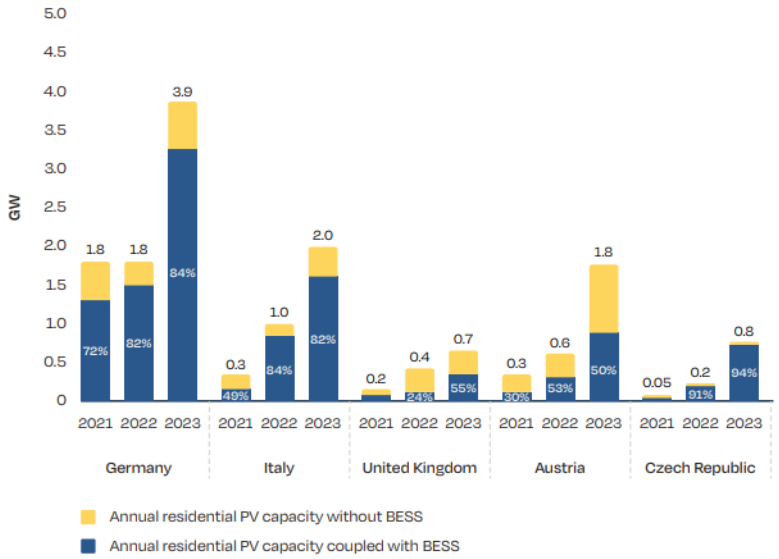


Рисунок 1 – Щорічні установки сонячних PV систем для житлових будинків, у тому числі поєднанні з акумуляторними батареями [3]

Так, на частку Німеччини в 2019 році припадала найбільша частка ринку автономної сонячної енергетики в Європі, і очікується, що в 2026 році вона досягне 79,80 млн доларів США з 47,50 млн доларів США в 2019 році. За прогнозами, протягом прогнозованого періоду цей ринок буде зростати приблизно на 7,78%. з 2020 по 2026 рік на частку нежитлового сегмента в 2019 році припала велика частка ринку очікується, що цей ринок досягне 138,80 млн доларів США в 2026 році з 86,60 млн доларів США в 2019 році. Очікується, що цей ринок зросте на 7,08% на рік протягом прогнозованого періоду з 2020 по 2026 рік. Однак нежитловий сегмент є найбільш швидкозростаючим ринком, який очікується зростання на рівні 7,08% протягом прогнозованого періоду 2020-2026 років. На сегмент PV модулів припадає найбільша частка ринку в 2019 році, очікується, що цей ринок досягне 95,10 млн доларів США в 2026 році з 59,60 млн доларів США в 2019 році. За прогнозами, цей ринок буде зростати приблизно на 7,02% протягом прогнозованого періоду з 2020 по 2026 рік. Однак сегмент контролерів є найбільш швидкозростаючим ринком, очікується, що протягом прогнозованого періоду 2020-2026 років він зросте приблизно на 7,25% [4].

Нові технології, алгоритми регулювання роботи автономних систем, які передбачають мінливість споживання електроенергії, дозволяють більш вигідним способом отримувати, накопичувати, а потім віддавати електроенергію в автономній системі, тим самим продовжуючи загальний термін експлуатації. Будь-яка фізична енерговиробляюча установка, за рахунок своєї відкритості та співіснування з природним середовищем, може бути модифікована і переведена в «розумний» режим. При цьому, оптимізація роботи установки, у вигляді регулярного розподільного навантаження щодо графіка споживання, дозволяє отримати більше енергетичних вигод, тим самим більше забезпечити більш якісною електроенергією автономну мережу[5].

Список використаних джерел

1. Аналітичний веб-портал Solarpowereurope. URL: https://www.solarpowereurope.org/press-releases/new-report-european-battery-storage-grows-15-in-2024-eu-energy-storage-action-plan-needed

2. INDUSTRYRESEARCH. «Ринковий розмір, частка, зростання та галузевий аналіз автономних систем зберігання енергії за типами (літій-іонна батарея, свинцево-кислотна батарея, інші), за застосуваннями (резервна потужність для сім'ї, промислові ДБЖ, безхазяйне обладнання, інші), регіональна інформація та прогноз на 2034 рік». Веб-стаття. URL: https://www.industryresearch.biz/market-reports/off-grid-energy-storage-systems-market-105270

3. SOLARPOWER EUROPE. «European Market Outlook for Battery Storage 2024-2028». Веб-документ. URL: https://cdn.rinnovabili.it/wp-content/uploads/2024/06/1424_SPE_BESS_report_10_mr_d069de2e2e.pdf

4. WANTSTATS. «Прогноз ринку сонячної енергії Європи поза мережею (2018-2026 р.)». Веб-стаття. URL: https://www.wantstats.com/charts/europe-off-grid-solar-market-11259

5. Рибак О. В. Підвищення рівня енергоефективності автономної електроустановки : кваліфікац. робота бакалавра спец. 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / наук. керівник С. В. Башлій. Запоріжжя: ЗНУ, 2024. 44 с. URL: https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/20165

УДК 621.311.243

Сидоренко Сергій Сергійович
здобувач вищої освіти спеціальності
«Інженерія програмного забезпечення»
Єременко Антон Вікторович
Здобувач PhD спеціальності «Теплоенергетика»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

КІБЕРБЕЗПЕКА SMART GRID ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ

Актуальність. Актуальність теми зумовлена неминучим переходом світової, і зокрема української, енергетики від моделі централізованих «пасивних» мереж до «розумних» децентралізованих систем (Smart Grid). Виклик використання технології полягає у необхідності підготовки фахівців, які розуміють, що енергетика сьогодні – це кібер-фізична система, де збій в IT напряму веде до фізичних руйнувань.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі підходи розглядають Smart Grid або як об'єкт керування енергією, або як набір вразливих програмних модулів. Такий розрив унеможливлює створення ефективного захисту. Необхідно змістити фокус на аналіз Smart Grid як цілісної кібер-фізичної платформи, адже найбільші ризики виникають саме при конвергенції IT/OT, яка вимагає специфічних алгоритмів безпеки.

Мета. Метою роботи є систематизація ключових технологічних компонентів Smart Grid, аналіз специфічних кіберзагроз, що виникають внаслідок конвергенції IT/OT, та обґрунтування тези, що превентивна кібербезпека, інтегрована за принципом «Security by Design» (Безпека через проектування), є фундаментальною передумовою для реалізації стійкої та надійної енергосистеми майбутнього.

Технологія Smart Grid. Smart Grid (розумна енергомережа) – це глибока модернізація традиційної електромережі, що інтегрує сучасні цифрові, комунікаційні та обчислювальні технології. Головна відмінність від традиційної («пасивної») мережі полягає у переході від одностороннього потоку електроенергії (від електростанції до споживача) до двостороннього потоку як енергії, так і інформації.

Архітектура Smart Grid: Три Ключові Рівні:

1. Рівень Інфраструктури та Вимірювання (The «Senses»). AMI (Advanced Metering Infrastructure). Це більше, ніж просто "розумні лічильники". AMI – це двостороння мережа, де кожен лічильник є комунікаційним вузлом. На трансформаторах, лініях електропередач та підстанціях встановлюються датчики та «актуатори» – керовані пристрої, такі як реклоузери та конденсаторні батареї.

2. Рівень Комунікацій (The «Nervous System»). Це «нервова система», що передає величезні обсяги даних, зібраних на першому рівні, до центру управління (і команди у зворотному напрямку). Жодна «розумна» функція неможлива без надійної комунікаційної мережі. Технології тут різноманітні:

PLC (Power Line Communication): передача даних безпосередньо по існуючих силових лініях. RF Mesh (Радіочастотні мережі): пристрої створюють самоорганізовану мережу, ретранслюючи дані один одного до найближчого концентратора. Оптоволокно: Використовується для високошвидкісної передачі даних на магістральних ділянках та між підстанціями. Мобільні мережі (4G/5G): Використовуються для підключення віддалених об'єктів та як резервні канали.

3. Рівень Управління та Аналітики (The «Brain»). Це «мозок» системи, де зібрані дані аналізуються, і на їх основі приймаються рішення (часто автоматично). SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Традиційна система диспетчерського управління, що дозволяє операторам моніторити та контролювати ключові вузли. ADMS (Advanced Distribution Management System): Це «мозок» нового покоління. ADMS об'єднує в собі SCADA, аналітичні модулі та дані з AMI. Саме ця система реалізує ключові «розумні» функції, такі як автоматичне відновлення мережі. MDMS (Meter Data Management System): Система управління даними лічильників, що обробляє, зберігає та аналізує мільярди записів, отриманих від AMI, для білінгу, аналізу втрат та прогнозування.

Рисунок 1 демонструє принцип функціонування «самовідновлюваної» мережі.



Рисунок 1 – Приклад роботи Smart Grid у разі виникнення аварійної ситуації

У випадку пошкодження лінії електропередач (наприклад, через аварію), Smart Grid автоматично ідентифікує точне місце збою. Завдяки сенсорам та інтегрованій системі управління розподілом (ADMS), пошкоджена ділянка оперативно ізолюється, а потоки енергії перенаправляються через альтернативні маршрути. Це дозволяє миттєво відновити живлення для більшості споживачів, значно мінімізуючи зону та тривалість відключення, на відміну від традиційних мереж, де пошук та усунення аварії потребує значного часу.

Висновки. Smart Grid функціонує як багаторівнева кібер-фізична система, критична вразливість якої зумовлена конвергенцією інформаційних (IT) та операційних (OT) технологій. Відкритість застарілих промислових протоколів для зовнішніх мереж створює ризики не лише витоку даних, а й фізичних руйнувань обладнання та каскадних відключень енергопостачання. Забезпечення надійності такої інфраструктури вимагає відмови від застарілої моделі захисту периметра на користь архітектури «нульової довіри» (Zero Trust), яка передбачає обов'язкову верифікацію кожного вузла та транзакції.

Рекомендації. На основі проведеного аналізу встановлено, що забезпечення кіберстійкості Smart Grid вимагає реалізації комплексної стратегії, ключовим елементом якої є перехід до принципу «Security by Design». Цей підхід передбачає інтеграцію механізмів захисту та аудит безпеки безпосередньо на етапі проектування архітектури, що дозволяє уникнути вразливостей, притаманних системам із «накладеною» безпекою. Технічна реалізація захисту має базуватися на жорсткій архітектурній сегментації з обов’язковим логічним або фізичним розмежуванням операційного (OT) та корпоративного (IT) контурів за допомогою демілітаризованих зон і промислових міжмережевих екранів. Паралельно з технічними заходами необхідна гармонізація нормативної бази шляхом адаптації міжнародних стандартів, зокрема IEC 62351 та NIST Framework, що стане фундаментом для розгортання спеціалізованих центрів моніторингу (SOC), здатних аналізувати специфічний трафік промислових систем управління в режимі реального часу.

Список використаних джерел

1. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року : звіт / Ін-т екон. та прогнозування НАН України [та ін.]. Київ, 2017. 88 с. URL: https://energytransition.in.ua/wp-content/uploads/2018/11/Perehid-Ukrainy-na-vidnovlyuvanu-energetuky-do-2050_zvit.pdf (дата звернення: 11.12.2025).

2. Концепція Smart Grid та її поточний стан впровадження в Україні : White Paper / ExPro Consulting. 2019. URL: https://expro.com.ua/upload/files/White_Paper_Smart.Grid.pdf (дата звернення: 11.12.2025).

3. IEC TR 62351-10:2012. Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 10: Security architecture guidelines. Geneva : International Electrotechnical Commission, 2012. URL: https://cdn.standards.iteh.ai/samples/20204/75d2026f29174efeb942312e80cca375/IEC-TR-62351-10-2012.pdf (дата звернення: 11.12.2025).

4. Guidelines for Smart Grid Cybersecurity : NISTIR 7628 / The Smart Grid Interoperability Panel – Cyber Security Working Group. Gaithersburg : National Institute of Standards and Technology, 2010. URL: https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2010/NIST.IR.7628.pdf (дата звернення: 11.12.2025).

УДК 621.311.243

Слободенюк Іван Олексійович,
Збіцька Юлія Сергіївна
здобувачі вищої освіти спеціальності «Теплоенергетика»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні Запорізького національного університету

ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Актуальність. З огляду на необхідність зменшення залежності від імпортованих викопних видів палива та дотримання міжнародних зобов'язань щодо зниження викидів парникових газів, розвиток відновлюваних джерел енергії є стратегічним пріоритетом для України. Геотермальна енергетика, що використовує постійне тепло Землі, вирізняється стабільністю генерації та високим потенціалом для забезпечення як теплової, так і електричної енергії.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні дослідження вказують на значні, хоча й недостатньо освоєні, ресурси геотермального тепла на території України, зокрема в Закарпатті, Криму, а також у межах Дніпровсько-Донецької западини [1]. Впровадження інноваційних технологій, таких як бінарні цикли (ORC) та вдосконалення геотермальних теплових насосів, робить ці ресурси економічно вигідними для промислового та комунального секторів.

Мета. Метою дослідження є оцінка техніко-економічного потенціалу геотермальної енергетики в контексті забезпечення енергетичної незалежності України та розробка ключових рекомендацій для прискорення її впровадження на національному рівні.

Геотермальна енергія є унікальною, оскільки забезпечує базову генерацію (працює 24/7) та мінімально залежить від погодних умов, на відміну від сонячної чи вітрової енергетики. Геотермальні системи можуть ефективно використовуватися для теплопостачання та електрогенерації.

Незважаючи на значні переваги, існують обмеження:

1. Високі початкові витрати. Буріння свердловин і встановлення обладнання вимагає значних капіталовкладень, що є основною перешкодою для приватних інвесторів.

2. Геологічні ризики. Необхідність проведення детальних геологорозвідувальних робіт для підтвердження температури та дебіту теплоносія.

3. Місцевий характер ресурсів. Ефективне використання обмежене регіонами з підтвердженими ресурсами.

У світі є успішні приклади країн, які досягли значної енергетичної незалежності за рахунок геотермальних ресурсів. Наприклад, країна Ісландія, де практично все теплопостачання та значна частина електроенергії забезпечується геотермальними джерелами. Цей приклад демонструє можливість повного переходу.

Найбільша ГеоЄС в Ісландії, та й у всесвіті – це геотермальна електростанція Хедлісхейді (Hellisheiðarvirkjun) (рис.1). Вона розташована на південному заході Ісландії, біля хребта Хенгідль, який є одним із найактивніших геотермальних районів країни.



Рисунок 1 – Геотермальна електростанція Хедлісхейді (Hellisheiðarvirkjun)

Другою за потужністю геотермальною електростанцією (ГеоЕС) в Ісландії є ГеоЕС на Несаветлірах (Nesjavellir) (рис. 2).



Рисунок 2 – ГеоЕС на Несаветлірах

Туреччина також активно розвиває геотермальну енергетику, маючи потужності, які покривають значну частину потреб в опаленні та електроенергії. Найбільшим геотермальним об'єктом у Туреччині є Геотермальна електростанція Ефелер (Efeler Jeotermal Elektrik Santrali)(рис.3).

Вона знаходиться в районі Герменджик, провінція Айдин, на заході Туреччини.



Рисунок 3– Геотермальна електростанція Ефелер (Efeler Jeotermal Elektrik Santrali)

Другою за потужністю часто називають геотермальну електростанцію Кизилдере (Kızıldere) в провінції Денізлі (рис. 4).



Рисунок 4 – Геотермальна електростанція Кизилдере (Kızıldere)

Висновки. Геотермальна енергетика є одним із найбільш перспективних, стабільних та екологічно чистих шляхів до зміцнення енергетичної незалежності України. Для подолання викликів, пов'язаних з високою початковою вартістю та геологічними ризиками, необхідна комплексна державна підтримка.

Список використаних джерел

1. Popovych V., Klymenko L., Zablotskyi M. Assessment of Low-Enthalpy Geothermal Resources in Ukraine for District Heating Systems. *Energies.* 2023. Vol. 16. URL: https://www.mdpi.com/journal/energies/geothermal-ukraine (дата звернення: 30.10.2025).

2. Iceland's Geothermal Success: A Model for Energy Independence. Reykjavik Geothermal : веб-сайт. URL:https://www.geothermal-iceland.com/case-studies (дата звернення: 31.10.2025).

3. Organic Rankine Cycle (ORC) in Geothermal Power Generation. ScienceDirect : веб-сайт. URL:https://www.sciencedirect.com/topics/orc-geothermal (дата звернення: 31.10.2025).

4. Geothermal Energy in Turkey: A Rapidly Growing Sector. Turkish Ministry of Energy and Natural Resources : веб-сайт. URL: https://www.enerji.gov.tr/en/geothermal-overview (дата звернення: 01.11.2025).

УДК 504

Таранова О.О.
здобувач магістерського рівня спеціальності Е2 «Екологія»
Крюковська Л.І.
к.т.н., доцент, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища
Національний транспортний університет

РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ЯК СКЛАДОВА СТРАТЕГІЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА (НА ПРИКЛАДІ М. ЗАПОРІЖЖЯ)

Автомобільний транспорт є одним із головних джерел забруднення у міському середовищі, що негативно впливає на якість атмосферного повітря, рівень шуму та загальний стан екосистеми. За результатами досліджень, вплив автотранспорту на довкілля та здоров’я населення є значно серйознішим, ніж вважалося раніше [1]. Основна небезпека полягає у високій концентрації токсичних сполук – оксидів вуглецю, азоту, сірки, вуглеводнів та твердих частинок, які виділяються у нижні шари атмосфери та негативно вливають на життєдіяльність людей. Тривалість їх перебування в атмосфері становить від 10 діб до кількох місяців, що зумовлює стійке забруднення [2].

Місто Запоріжжя, як великий промисловий центр, характеризується підвищеним антропогенним навантаженням. Тому впровадження електротранспорту є одним із ключових напрямів реалізації стратегії сталого розвитку та екологізації міського середовища. Електротранспорт забезпечує відсутність шкідливих викидів безпосередньо в атмосферу, зменшує шумове навантаження та сприяє підвищенню енергоефективності міських перевезень [3-4].

Метою дослідження є визначення ролі розвитку електротранспорту у процесі екологізації міського середовища м. Запоріжжя.

Для досягнення поставленої мети будуть вирішені наступні завдання:

1. Аналіз сучасного стану транспортної системи м. Запоріжжя.

2. Оцінка екологічної ефективності електротранспорту порівняно з традиційним автотранспортом.

3. Визначення напрямів та розробка пропозицій щодо підвищення ефективності використання електротранспорту для зменшення негативного впливу транспорту на довкілля.

Під час дослідження застосовані методи системного аналізу, статистичного узагальнення та порівняльного аналізу. Основними джерелами інформації стали офіційні звіти КП «Запоріжелектротранс» [3], дані Запорізької міської ради [4], а також аналітичні матеріали Європейської комісії щодо сталого міського транспорту [5].

Відомо, що станом на 2024 рік у місті Запоріжжя функціонує 12 тролейбусних і 7 трамвайних маршрутів, які забезпечують близько 35 % міського пасажиропотоку [3]. Основною перевагою електротранспорту є відсутність прямих викидів забруднюючих речовин у повітря, що сприяє зниженню рівня забруднення атмосфери.

Відповідно до «Стратегії сталого енергетичного розвитку м. Запоріжжя до 2030 року» [4], розвиток електротранспорту є пріоритетним напрямом екологічної політики міста. Документ передбачає модернізацію контактних мереж, оновлення рухомого складу та розширення електрифікованих маршрутів.

За оцінками Світового банку [6], заміна 20 % автобусного парку на електротранспорт дозволяє скоротити викиди CO_2 на 2,8–3,2 тис. тонн щороку. Крім того, впровадження електробусів сприяє зменшенню шумового навантаження та покращенню санітарно-гігієнічних умов у житлових районах.

Не зважаючи на екологічні переваги, система міського електротранспорту у Запоріжжі має низку проблем: високий рівень зношеності рухомого складу (понад 80 %), недостатнє фінансування та енергетичну неефективність застарілих підстанцій [3].

Для забезпечення сталого розвитку транспортної системи необхідна інтеграція електротранспорту з іншими видами міської мобільності — автобусним, велосипедним та пішохідним сполученням. Це дозволить створити єдину інтелектуальну транспортну мережу, що функціонуватиме за принципами «Smart City». Така система передбачає використання інтелектуальних засобів управління рухом, моніторинг пасажиропотоку в реальному часі, а також застосування електронних сервісів для планування поїздок.

Отже, розвиток електротранспорту є одним із найефективніших напрямів екологізації міського середовища м. Запоріжжя. Його впровадження забезпечить суттєве зниження обсягів викидів шкідливих речовин у атмосферу, підвищення енергоефективності міських перевезень, зменшення рівня шумового навантаження та створення безпечного і сталого міського простору.

Список використаних джерел

1. Derykolenko O., Melnyk V., Kobzar O. Environmental determinants of energy-efficient transformation of national economies for sustainable development / O. Karintseva, M. Kharchenko, E. K. Boon et al. *International Journal of Global Energy Issues*. 2021. Vol. 43, №. 2–3. P. 262–274. DOI: 10.1504/IJGEI.2021.115148.

2. Автотранспорт і навколишнє середовище: проблеми і шляхи їхнього вирішення. URL: https://www.zoda.gov.ua/news/7207/avtotransport-i-navkolishnjeseredovishe-problemi-i-shlyahi-jihnogo-virishennya.html.

3. КП «Запоріжелектротранс». *Звіт про діяльність підприємства за 2024 рік.* Запоріжжя, 2025.

4. Запорізька міська рада. *Стратегія сталого енергетичного розвитку до 2030 року.* Запоріжжя, 2023.

5. European Commission. Sustainable Urban Mobility Plans: Guidelines. Brussels, 2023.

6. World Bank. Green Transport and Urban Air Quality Report. Washington, 2022.

УДК 628.1:628.2:658.26

Тисленко Андрій Олегович
здобувач вищої освіти спеціальності 141,
студент 2 курсу ІННІ ім. Ю.М. Потебні ЗНУ
Башлій Сергій Вікторович
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
електричної інженерії та кіберфізичних систем,
Запорізький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Питання підвищення рівня енергоефективності об’єктів водопостачання шляхом модернізації їх обладнання та удосконалення режимів роботи останніми роками займає багато уваги. Одним з критеріїв вирішення проблеми розглядається зменшення витрати електроенергії. Особливо при цьому слід враховувати, що водопровідне господарство є складною ієрархічною енерготехнологічною системою, що містить низку взаємопов’язаних процесом водопостачання структурних елементів, які споживають енергетичні (електроенергію) та природні (воду) ресурси, та кожен з яких має свої особливості функціонування. Взагалі енергоефективність технологічної системи визначається енергоефективністю її окремих структурних елементів. Крім того, реальне покращення енергетичної ефективності водопровідного господарства та його об’єктів має ґрунтуватися не тільки на технічних рішеннях, але й на досконалому управлінні енергоспоживанням.

Поточний загальний аналіз суб’єкта господарювання дозволяє зробити наступні висновки:

- причинами значних втрат води є критичний стан труб (зношеність 90%), що зумовлює втрати води через її витоки внаслідок поривів;
- існує проблема недостатньої організації обліку об’ємів водоспоживання, що зумовлює зростання необлікованих витрат води;
- неефективна організація процесу водопостачання в цілому;

- незадовільний технічний стан мереж і насосного обладнання спричиняє до 40% втрат електроенергії;
- тариф на водопостачання для наслелення складає 40,8 грн/м3;
- середні питомі витрати електроенергії на подачу води складають близько 1,0 кВт-год/м3;
- нераціональне використання води зумовлює додаткові витрати електроенергії;
- ефективне управління витратами води може зробити значний внесок у економію енергії.

Було проведено аналіз поточного стану та перспектив розвитку енергоефективності об'єктів водопровідного господарства. Основним об'єктом дослідження стало КП ВКГ «Бориспільводоканал».

Окрему увагу приділено методам і засобам впровадження системи енергетичного менеджменту на даному підприємстві.

Також розроблено систему моніторингу та впровадженню заходів із підвищення енергоефективності об'єктів водопостачання та водовідведення в місті.

Додатково було розглянуто можливість використання альтернативних джерел енергії на об'єктах комунального господарства.

У роботі проаналізовано сучасний стан системи енергетичного менеджменту, а також окреслено перші кроки для її впровадження, які дадуть змогу підвищити рівень енергоефективності підприємства та зменшити фінансові витрати. З урахуванням специфіки об'єкта, система енергетичного менеджменту має виконувати ключові завдання, серед яких розробка заходів із енергоефективності, побудова організаційної структури для ефективного впровадження системи, а також створення системи моніторингу. Моніторинг необхідний для збирання даних, їх аналізу та подальшого прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

Аналіз добових графіків споживання води за грудень та червень дозволив виявити найбільш значущі зовнішні чинники, що впливають на формування графіків водоспоживання.

На основі отриманих даних була розроблена модель моніторингу якості технологічних процесів підприємства.

Крім того, було створено технологічну схему підприємства як споживача енергетичних ресурсів із визначенням точок для встановлення датчиків, призначених для відстеження необхідних показників.

Також сформовано загальну архітектуру інформаційної системи комплексного моніторингу енергоефективності об'єктів водопровідного господарства.

Відповідно до поточного стану підприємства, запропоновано низку першочергових заходів, спрямованих на покращення його енергоефективності.

Зокрема, було розглянуто можливість використання альтернативних джерел енергії на міських об'єктах.

На основі географічних особливостей місцевості рекомендовано встановлення сонячної електростанції, електроенергія якої продаватиметься за «зеленим» тарифом із подальшим перенаправленням отриманих коштів на покриття витрат підприємства.

Список використаних джерел

1. Про затвердження державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2016 роки : Постанова Кабінету міністрів України від 1 берез. 2010 р. № 243. URL: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF.
2. Геєць В. М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні. *Вісник НАН України*. 2016. № 2. С. 46-53.
3. Давиденко Л. В., Розен В. П., Давиденко Н. В. Структура системи комплексного контролю ефективності енергоспоживання об'єктів комунального водопостачання. *Енергетика: економіка, технології, екологія.* 2016. № 4(46). С. 81-88.
4. Korobiichuk I., Davydenko L., Davydenko V., Davydenko N. Information support the operative control procedures of energy efficiency of operation modes of municipal water supply system facilities. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 920. P. 571-582.

УДК 621.311.1

Тихачов Вадим Олександрович
здобувач вищої освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні ЗНУ

ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАРЯДУ ЕЛЕКТРИЧНИХ АВТОМОБІЛЕЙ

Енергосистеми країн світу проходять через ряд структурних змін, викликаних подорожчанням різних видів викопних палив, суспільними та політичними вимогами до чистоти електростанцій, що працюють на викопному паливі, достатньо швидким переходом до децентралізованих систем електропостачання (сонячні, вітрові електростанції). Енергосистеми з початку появлення були обмежені рівнем попиту споживачів електричної енергії, відбувалося регулювання навантаження зі сторони виробників електричної енергії. Такий режим взаємодії виробників та споживачів електроенергії існував через жорсткість режиму споживачів, а також недосконаліть або відсутність систем зворотного зв'язку.

Сучасні глобальні виклики щодо енергетичної безпеки та суверенності країн щодо автономного енергозабезпечення ставлять перед дослідниками складне завдання, вирішення якої буде включати широкий спектр інструментів. Багато країн заходу впроваджують поступову відмову від атомних, вугільних та газових електростанцій. На їх заміну швидкими темпами вводяться в експлуатацію електростанції, що не залежать від вичерпних або радіоактивних видів палива. Щодо збереження та побудови нових атомних електростанцій ведуться активні дискусії [1], але відносно вугільних та газових є певний консенсус, бо вичерпання таких типів палива є лише питанням відносно близького майбутнього.

Окрім вичерпання палива гостро постає питання короткочасних збурень в енергосистемі. Енергосистеми минулого були забезпечені обертовим резервом генераторів, інерція яких поглинала короткочасні збурення та надавала можливість автоматизованим системам підлаштовуватися під зміну режиму в системі [2]. Певні дослідники акцентують увагу на двадцятивідсотковому зниженні інерційного запасу європейської енергосистеми з 1996 по 2016 роки [2]. Відсутність достатнього інерційного запасу описують як одну з причин блекауту 28 квітня 2025 року в частині Португалії та Іспанії, що підкреслює важливість достатнього інерційного резерву [3].

Окрім модернізації систем автоматики електропостачання, забезпечення стабільності енергосистеми може задовольнити впровадження систем зворотного зв’язку до безпосередньо споживачів. Нині поширеною є практика диференціації часових тарифів споживання електроенергії. За допомогою сучасної мікроелектроніки споживачам встановлюються недорогі лічильники електричної енергії, які фіксують час її споживання. В нічний період дво-тризонні тарифи дозволяють платити 50 або навіть 40% від базової ціни за електроенергію. Згідно даних дослідження [4], автомобілі стоять на стоянці 96 % часу, зарядка яких за нічний період зможе не лише допомогти зекономити власникам електромобілів значні кошти [5], а й допомогти стабілізувати нічний провал споживання електроенергії на масштабі об’єднаної енергосистеми. Спрощення встановлення дво-тризонних лічильників в гаражах та в місцях зарядки електромобілів це один з найпростіших способів впливу на патерни використання електричної енергії за добу.

Економічне стимулювання власників електромобілів до заряджання вночі є лише частиною вирішення проблеми. Масове впровадження відновлюваних джерел енергії призводить до збільшення складнощів процесів керування постачанням електроенергії. Нічні тарифи не здатні повною мірою забезпечити стабільність енергосистеми. Зміни в постачанні електроенергії сонячних та вітрових електростанцій призводять до раптової значної зміни ціни на ринку електроенергії [7]. Впровадження повноцінної системи зворотного зв’язку від систем генерування до потенційно мільйонів електромобілів одночасно підключених до енергосистеми може допомогти з короткочасними коливаннями постачання електроенергії від відновлюваних джерел [8] та зекономити значні кошти власникам електромобілів.

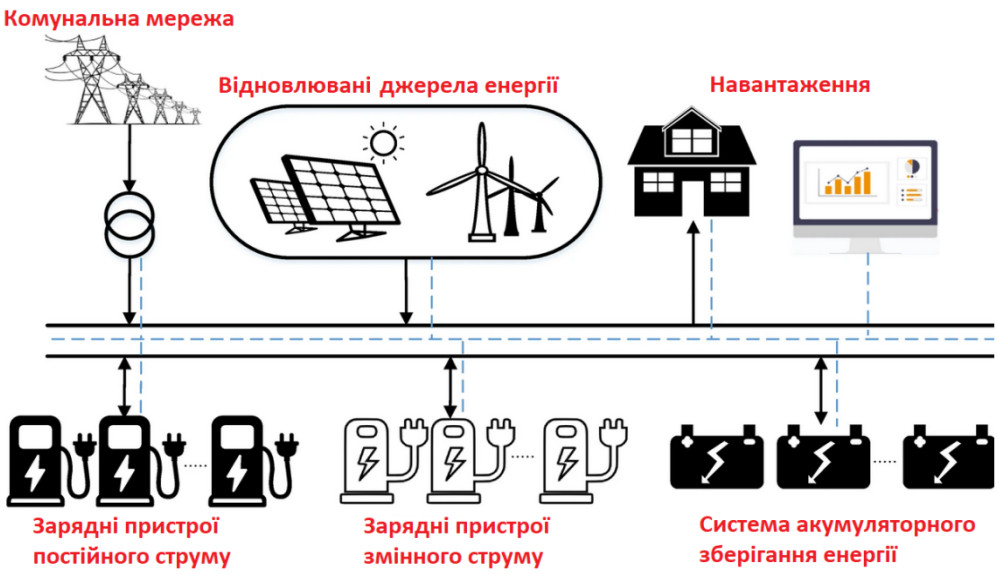


Рисунок 1 – Схема запропонованої зарядної станції для електромобілів [6]

Розвиток інтернет-технологій, мобільного зв'язку, «розумних» функцій електроніки перетворює на можливість створення реальності, в якій генерування та споживання електроенергії на масштабі країни працюють разом в єдиній системі зі зворотнім зв'язком, знижуючи ціну на електроенергію та підвищуючи надійність електропостачання для мільйонів споживачів.

Список використаних джерел

1. Göke L., Wimmers A., von Hirschhausen C. Flexible nuclear power and fluctuating renewables? - A techno-economic analysis for decarbonized energy systems. arXiv, 2023. URL: https://arxiv.org/abs/2302.14515
2. Fernández-Guillamón A., Gómez-Lázaro E., Muljadi E., Molina-García A. Power systems with high renewable energy sources: a review of inertia and frequency control strategies over time. arXiv, 2020. URL: https://arxiv.org/pdf/2004.02951
3. Technical Analysis of the April 2025 Iberian Power Outage: Voltage Surge and Grid Instability ResearchGate, 2025. URL: https://www.researchgate.net/publication/392772356_Technical_Analysis_of_the_April_2025_Iberian_Power_Outage_Voltage_Surge_and_Grid_Instability
4. Nagler E. Standing Still. London : RAC Foundation, June 2021. – URL: https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/standing-still-Nagler-June-2021.pdf
5. Charge for Less: An Analysis of Hourly Electricity Pricing for Electric Vehicle» / Jeff Zethmayr, David Kolata. *MDPI Electronics*. 2019. № 10(1). URL: https://www.mdpi.com/2032-6653/10/1/6
6. Configuration of the proposed EVs charging station powered by RESs / A. M. Inci et al. *Scientific Reports.* 2025. Article 14143. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-025-14143-4

7. Renewable Energy and Price Stability: An Analysis of Volatility and Market Shifts in the European Electricity Sector (2015–2025) / Marek Pavlík, František Kurimský, Kamil Ševc et al. MDPI Applied Sciences. 2025. № 15(12). URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/15/12/6397

8. U.S. Department of Energy. Vehicle Grid Integration Assessment Report. Washington, D.C. : U.S. DOE, Jan. 2025. URL: https://www.energy.gov/sites/default/files/2025-01/Vehicle_Grid_Integration_Asseessment_Report_01162025.pdf

УДК 621.311

Тихачов Вадим Олександрович
здобувач вищої освіти спеціальності G3 «Електрична інженерія»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні ЗНУ

ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ У XXI СТОЛІТТІ

Людство стоїть на порозі чергової зміни основних джерел отримання енергії. Викопні ресурси дали змогу людству пройти сотні років еволюції та сформувати розвинену інформаційно взаємопов’язану цивілізацію. Подальший сталий розвиток неможливий без вирішення проблеми вичерпання викопних ресурсів. Безперечно, остання тонна вугілля ніколи не буде видобута, так само як і останній барель нафти та останній кубометр природного газу. Проблема полягає у поступовому зниженні рентабельності розробки родовищ, що залягають глибоко та вимагають інноваційних технологій, таких як гідравлічний розрив пласта, тощо.

Вирішення енергетичної кризи полягає у збільшенні наукоємності та ефективності технологій, спрямованих на видобування та переробку енергетичних та інших ресурсів. Впровадження інноваційних технологій у сфері збереження ресурсів може дати людству роки для розробки та будівництва електричних станцій майбутнього. Інтеграція термоелектричних генераторів у промислові підприємства з метою акумулювання відпрацьованого тепла та його перетворення на корисну електричну енергію є одним з напрямів підвищення повноти використання енергетичного потенціалу викопних ресурсів.

Термоелектричні матеріали, розроблені для генерації електроенергії, мають коефіцієнт ефективності термоелектричного матеріалу zT, що відображає ефективність перетворення теплової енергії на електричну. З другої половини XX століття увага науковців змістилась від металевих термоелектричних матеріалів до напівпровідникових, що мають значно більший коефіцієнт. Як видно з рисунка 1, кількість сплавів, що можуть слугувати в якості термоелектричних елементів достатньо велика, складність

в обробці та токсичність деяких з них слугують стримуючим фактором в процесі розробки, тестування та впровадження термоелектричних генераторів в промислові системи.

Термоелектричні генератори стають все більш актуальними завдяки здатності безшумно перетворювати теплову енергію в електричну без рухомих частин, що робить їх перспективними для автономних і портативних пристроїв. Серед перспективних напрямів розробки – використання графену, оксидів та наноструктурованих матеріалів, які забезпечують більшу гнучкість, екологічність і підвищену ефективність генераторів навіть при невеликих різницях температур. Розвиток цих матеріалів і технологій відкриває нові можливості для впровадження термоелектричних систем у побуті, транспорті та промисловості.

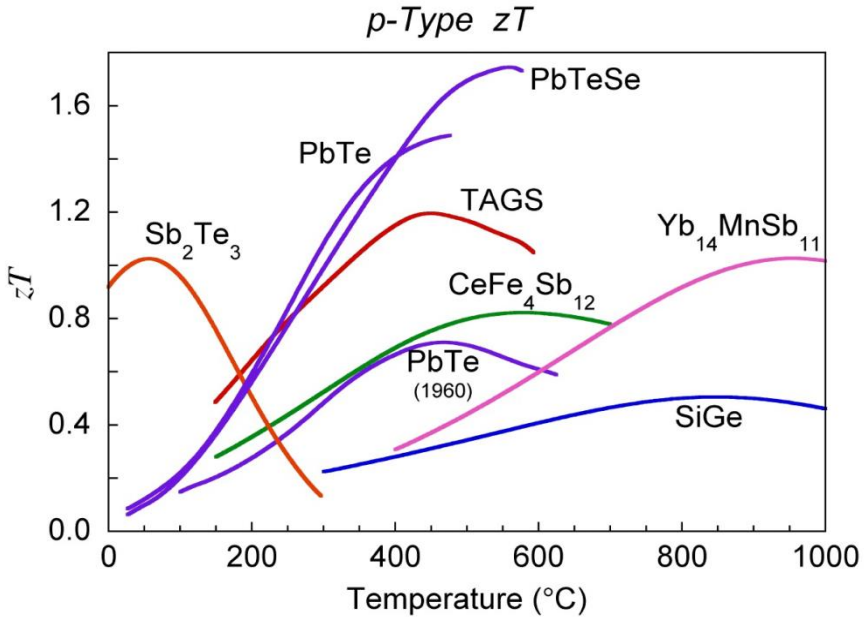


Рисунок 1 – Показник zT для деяких сплавів [1]

Окрім металів та напівпровідників розробляються термоелектричні матеріали на основі керамічних матеріалів, органіки та різних полімерів [2]. Окремо відзначається прогрес в матеріалах з додаванням графену, композитний матеріал Cu2Se з доданим графеном демонструє вищі значення zT порівняно з чистим матеріалом (рис. 2).

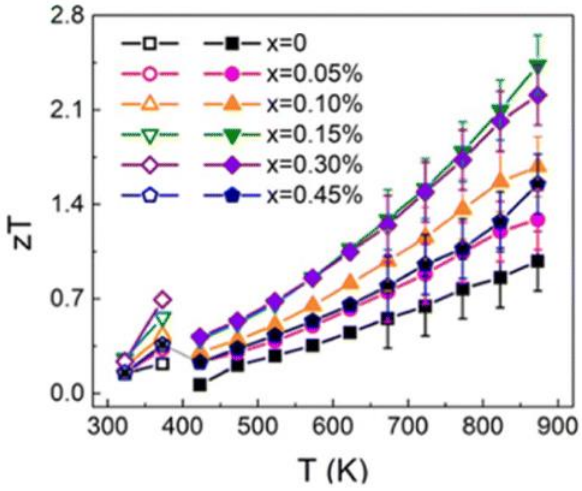


Рисунок 2 – Показник zT для Cu2Se в залежності від кількості графену [3]

Токсичність деяких металів (зокрема свинцю та телуру) спонукає науковців розробляти термоелектричні матеріали з нетоксичних сполук, що потенційно може розширити сфору застосування генераторів із високими значеннями zT [4].

Сучасний розвиток термоелектричних генераторів засвідчує, що використання інноваційних матеріалів, зокрема графенових та наноструктурованих композитів, дозволяє підвищити ефективність перетворення тепла в електроенергію та зменшити токсичність пристроїв. Для подальшого впровадження термоелектричних технологій у побутових і промислових умовах доцільно зосередитися на розробці недорогих, екологічно безпечних матеріалів і на їх інтеграції з відновлюваними джерелами енергії.

Список використаних джерел

1. Thermoelectric Properties of Materials Northwestern University, Materials Science & Engineering. URL: https://thermoelectrics.matsci.northwestern.edu/thermoelectrics/index.html.

2. Baskaran P., Rajasekar M. Recent trends and future perspectives of thermoelectric materials and their applications. *RSC Advances*. 2024. Vol. 14. P. 21706–21744. DOI: 10.1039/D4RA03625E. URL: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/ra/d4ra03625e.

3. Xue X., Li S., Zhu M. Recent progress in graphene based materials for thermoelectric applications. *RSC Advances*. 2025. Vol. 15, P. 26919–26942. DOI: 10.1039/D5RA03577E. URL: https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2025/ra/d5ra03577e.

4. Inverse-Perovskite Ba-BO (B = Si and Ge) as a High Performance Environmentally-Benign Thermoelectric Material with Low Lattice Thermal Conductivity / X. He et al. *Advanced Science*. 2023. DOI: 10.1002/advs.202307058. – URL: https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/advs.202307058.

УДК 620.9:621.548(477)

Шевченко Ганна Сергіївна
здобувач вищої освіти спеціальності «Архітектура та містобудування»
Єрофєєва Аліна Анатоліївна
к. т. н., доцент кафедри електричної інженерії та кіберфізичних систем
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю. М. Потебні
Запорізького національного університету

ВІТРОВА ЕНЕРГЕТИКА ЯК ЧИННИК ЗМІЦНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Актуальність. В умовах війни та енергетичних викликів, спричинених руйнуванням енергетичної інфраструктури, питання енергетичної незалежності України набуває особливого значення. Використання вітрової енергії є одним із перспективних напрямів розвитку відновлюваних джерел, що дозволяє зменшити залежність від імпорту енергоресурсів, підвищити енергетичну безпеку та сприяти сталому розвитку країни. Потенціал України у сфері вітроенергетики є значним завдяки сприятливим природним умовам і зростаючому науково-технічному потенціалу.

Аналіз останніх досліджень. За даними IRENA та Української вітроенергетичної асоціації, станом на 2024 рік встановлена потужність вітроенергетики в Україні становить близько 1,8 ГВт, частина яких розташована на тимчасово окупованих територіях [1, 2]. Дослідження Петренко К. визначає потенціал інстальованої потужності у понад 1 000 ГВт, однак економічно доцільним наразі вважається близько 16 ГВт, як зазначається у звіті CSIS [3, 4].

Мета. Метою дослідження є аналіз потенціалу використання вітрової енергії в Україні як чинника зміцнення енергетичної незалежності держави. Особлива увага приділяється оцінці сучасного стану вітроенергетичного сектору, тенденціям його розвитку та ролі відновлюваних джерел у формуванні стабільної та безпечної енергосистеми країни.

Розвиток вітрової енергетики є ключовим кроком на шляху до енергетичної незалежності України. Згідно з даними Ukrainian Wind Energy Association, потенціал країни у сфері вітрової генерації перевищує 10 ГВт, що свідчить про можливість суттєвого зменшення залежності від імпорту енергоресурсів. Відповідно до Energy Strategy of Ukraine, частка відновлюваних джерел енергії у загальному енергетичному балансі країни поступово зростає, а вітрова енергетика є одним із найбільш стабільних напрямів цього розвитку [5].

Як видно з динаміки встановленої потужності вітроенергетичних станцій (рис. 2), після тривалого періоду повільного зростання у 2006–2010 роках галузь почала активно розвиватися з 2011 року. Особливо інтенсивне нарощення потужностей спостерігається з 2018 по 2021 роки, коли показник зріс із 533 МВт до 1672,9 МВт. Це свідчить про значне збільшення інвестицій, державну підтримку та стале зростання інтересу до відновлюваної енергетики.

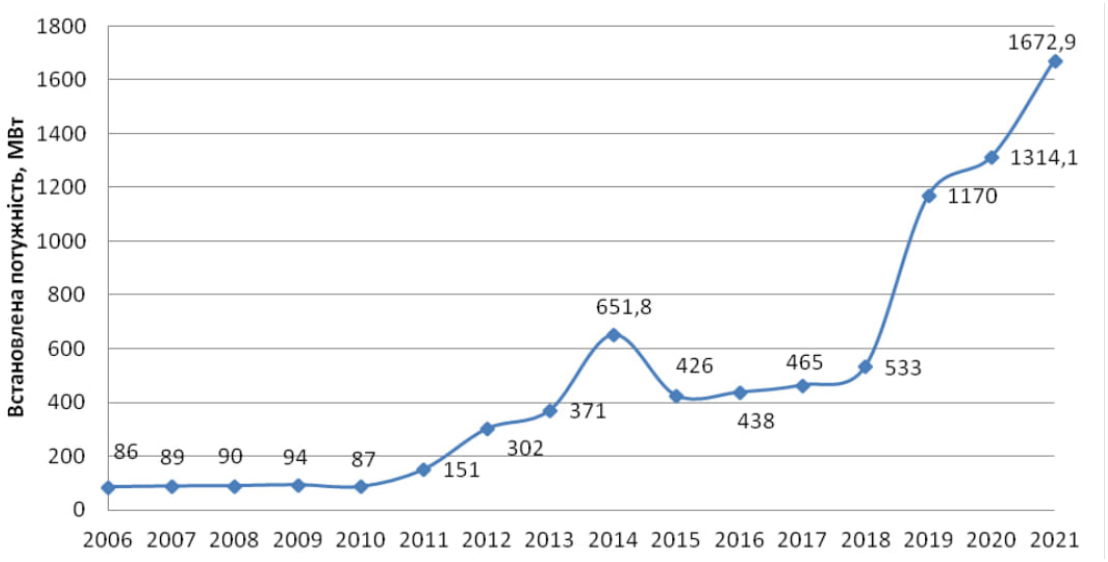


Рисунок 1 – Динаміка росту встановленої потужності об’єктів вітроенергетичних станцій в Україні (за даними НКРЕКП)

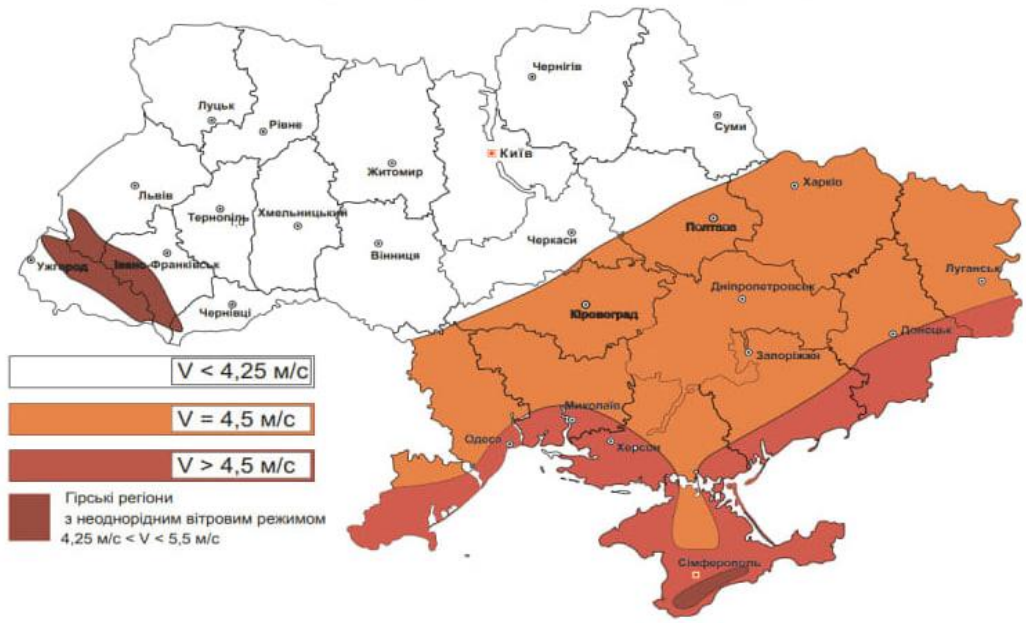


Рисунок 2 – Карта потенціалу вітрової енергії України

Навіть в умовах воєнних дій, за оцінками експертів, близько 30 % потужностей галузі залишаються в експлуатації, що підкреслює високу стійкість вітроенергетичного сектору до кризових факторів і його стратегічне значення для енергетичної безпеки України.

Вітрова енергетика також сприяє економічному зростанню: створює нові робочі місця, залучає іноземні інвестиції та сприяє технологічним інноваціям у машинобудуванні. Як зазначається у дослідженні Yadda, інтеграція вітрових електростанцій у національну енергосистему дозволяє зменшити викиди CO_2 на понад 1 млн тонн щороку, що має вагоме екологічне значення [6].

Враховуючи географічні умови, технічні можливості та європейський вектор розвитку, Україна має всі передумови для формування повноцінної національної системи вітрової генерації, яка стане основою майбутньої енергетичної незалежності. Найбільш перспективними регіонами залишаються Одеська, Миколаївська, Запорізька та Херсонська області, де швидкість вітру становить у середньому 7–8 м/с протягом року (рис. 2) [7].

Висновки. Розвиток вітрової енергетики є ключовим чинником енергетичної незалежності та переходу України до низьковуглецевої економіки. Станом на 2024 рік встановлена потужність ВЕС перевищує 1,8 ГВт, а технічний потенціал сягає понад 16 ГВт, що відкриває значні перспективи зростання.

Вітрова енергетика зменшує залежність від імпорту палива, скорочує викиди CO_2 майже на 2 млн тонн щороку та стимулює створення робочих місць. Основними викликами залишаються застаріла інфраструктура й нестача стабільної підтримки з боку держави.

Подальший розвиток галузі потребує модернізації енергосистеми, інвестицій та інтеграції з європейським енергетичним простором.

Рекомендації. Отже, проаналізувавши розвиток і потенціал вітрової енергетики в Україні, можна виділити кілька кроків для її ефективнішого впровадження:

– державна підтримка та стабільні «зелені» аукціони для залучення інвесторів;

– розвиток вітчизняного виробництва компонентів для турбін, що сприятиме створенню робочих місць;

– співпраця з науковими установами для підвищення ефективності технологій.

Реалізація цих заходів зміцнить енергетичну незалежність України та стане важливою частиною її післявоєнного відновлення.

Список використаних джерел

1. IRENA**.** Ukraine — Renewable Energy Statistics 2024. Abu Dhabi : International Renewable Energy Agency, 2024. URL: https://www.irena.org (дата звернення: 31.10.2025).

2. Ukrainian Wind Energy Association (UWEA). *Wind Energy Market Review 2024.* Київ : UWEA, 2024. URL: https://uwea.com.ua (дата звернення: 31.10.2025).

3. Petrenko K. Assessment of Ukraine’s Wind Energy Potential. *Journal of Wind Energy Studies*. 2024. URL: https://ve.org.ua (дата звернення: 31.10.2025).

4. Center for Strategic and International Studies (CSIS). Developing Renewable Energy in Ukraine. Washington, D.C., 2024. URL: https://www.csis.org (дата звернення: 31.10.2025).

5. Енергетична стратегія України до 2050 року. Київ : Міністерство енергетики України, 2023. URL: https://www.mev.gov.ua (дата звернення: 31.10.2025).

6. Ukrainian Wind Energy Association (UWEA). Ukraine’s Wind Energy Potential Exceeds 10 GW. Київ : UWEA, 2024. URL: https://uwea.com.ua (дата звернення: 31.10.2025).

7. Development of Wind Energy in Ukraine: Technical and Economic Aspects. Warsaw : Yadda.icm.edu.pl, 2022. URL: https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-800b7ba7-5757-4109-899b-42206c914d1b (дата звернення: 31.10.2025).

СЕКЦІЯ 7 «МЕТАЛУРГІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 621.315

Варченко Дмитро Анатолійович
здобувач PhD спеціальності «Металургія»
Карпенко Ганна Володимирівна
к.т.н., доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ДИСЛОКАЦІЙ У МОНОКРИСТАЛІЧНИХ ЗЛИТКАХ КРЕМНІЮ

Для вирощування монокристалів кремнію за методом Чохральського створено та широко застосовується високопродуктивне автоматизоване обладнання, яке забезпечує стабільне отримання бездислокаційних кристалів діаметром до 200–300 мм. Зі збільшенням маси завантаження та розміру кристалів собівартість їх виробництва знижується. Водночас у великих розплавах (60–120 кг) структура конвективних потоків стає складнішою, що ускладнює досягнення необхідних характеристик матеріалу. Крім того, при значних об’ємах розплаву економічний ефект зменшується через високу вартість кварцового тигля та зниження швидкості росту кристалів, спричинене труднощами відведення прихованої теплоти кристалізації.

З метою підвищення продуктивності процесу та зменшення об’єму розплаву було розроблено й активно впроваджено установки напівбезперервного вирощування. У таких системах здійснюється додаткове безперервне або періодичне завантаження кремнію в тигель без охолодження печі, наприклад шляхом підживлення розплаву рідкою фазою з іншого тигля, який, у свою чергу, може постійно або періодично поповнюватися твердим кремнієм.

Таке удосконалення методу Чохральського дає змогу знизити собівартість кристалів на десятки відсотків. Крім того, воно забезпечує вирощування з розплавів невеликого та стабільного об’єму, що значно спрощує регулювання й оптимізацію конвективних потоків та усуває сегрегаційні неоднорідності, пов’язані зі зміною об’єму розплаву під час росту кристала.

Для отримання монокристалів кремнію n- або p-типу з необхідним питомим опором застосовують легування вихідного полікристалічного кремнію чи розплаву. У процесі завантаження полікремнію додають відповідні елементи (P, B, As, Sb тощо) або їхні сплави з кремнієм, що забезпечує більш високу точність легування.

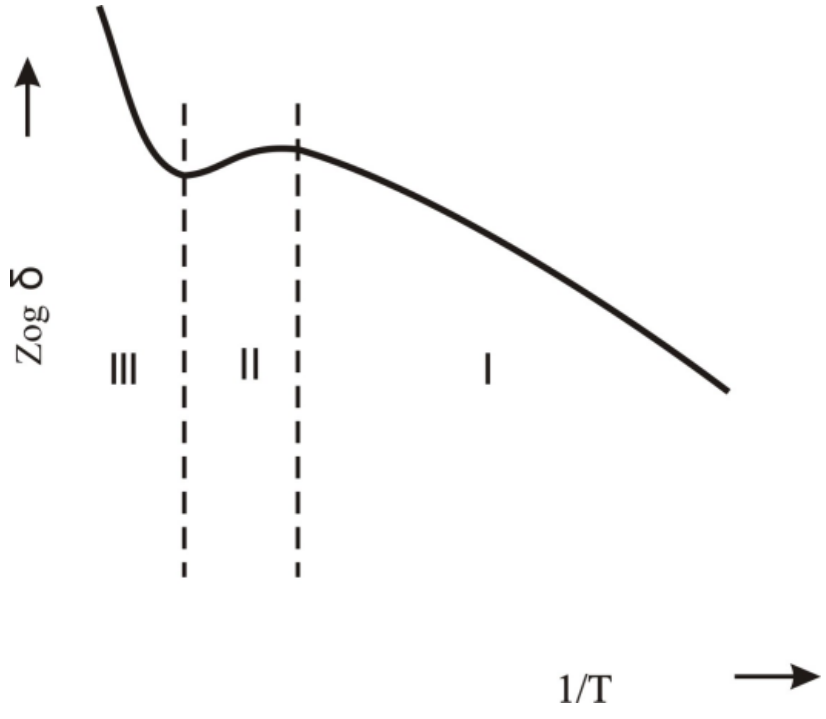
В очищений кремній, призначений для виробництва напівпровідникових приладів, вводять одну чи кілька домішок, які надають йому потрібних електричних властивостей та дозволяють регулювати їх у ході виготовлення приладів. Легований кремній, так само як і чистий, необхідно вирощувати у вигляді монокристалів із максимально правильною кристалічною решіткою.

Важливою умовою легування є досягнення рівномірного макро- та мікророзподілу домішок уздовж довжини та перерізу монокристала. Це критично для того, щоб пластини германію чи кремнію, вирізані з одного монокристала, мали однакові електричні характеристики.

Основні легуючі елементи для кремнію (B, Ga, Al, In, As, P, Sb) при кімнатній температурі та концентраціях до ~$5 \cdot 10^{19}$ ат/см² зазвичай займають вузли кристалічної решітки. Більшість із них перебуває в іонізованому стані та робить внесок у електропровідність. При значному зниженні температури провідність відповідно зменшується.

Температурна залежність електропровідності кремнію має три характерні області (див. рис. 1).

- У **зоні I** опір залишається високим, оскільки температура занадто низька для іонізації домішок.
- **Зона II** відповідає домішковій провідності, яка використовується в роботі транзисторів. Тут зі зростанням температури опір збільшується через зменшення рухливості носіїв заряду.
- **Зона III** характеризується власною провідністю: температура достатньо висока для переходів електронів із валентної зони в зону провідності. У цьому випадку провідність визначається переважно термічно згенерованими носіями, а залежність має експоненційний характер.



I − область домішкової провідності ($\sigma = n\mu_n N_n + p\mu_p N_p$), II − перехідна область; III − область власної провідності

Рисунок 1 − Температурна залежність електропровідності (σ) кремнію

Деякі домішки вбудовуються в кристалічну решітку кремнію як атоми впровадження, а не заміщення. При кімнатній температурі вони можуть залишатися неіонізованими й не брати участі у провідності. Проте такі домішки здатні діяти як пастки для наявних носіїв заряду, що призводить до зростання опору. Наприклад, якщо домішка n-типу має занадто високу енергію іонізації, її електрони залишаються зв’язаними з атомом. У цьому випадку рухлива дірка, яка проходить поблизу, може бути «захоплена» цими електронами й перестати брати участь у провідності.

Прикладом такої домішки є золото, яке проявляє амфотерні властивості – може виступати як донор або акцептор у кремнії. Введення золота в матеріал n- чи p-типу зменшує рухливість носіїв (електронів і дірок) та збільшує опір. При надлишковому легуванні золотом кремній набуває p-типу провідності з питомим опором близько 10^5 Ом·см.

Крім того, відомо, що домішки, розподілені по об'єму кремнію й тим самим впливають на його опір, можуть у результаті нагрівання й охолодження виділятися уздовж дислокацій і поводитися після цього як нейтральні агрегати в решітці кремнію.

Для визначення щільності дислокацій у монокристалічних злитках кремнію електронного й дірочного типів електропровідності з питомим електричним опором більше 0,005 Ом·см для орієнтації (100) і (013), з питомим електричним опором більше 0,0008 Ом·см для орієнтації (111).

Кількість дислокацій є характеристикою досконалості кристала. Методика виявлення дислокацій заснована на розходженні у швидкості травлення областей злитка з дислокаціями й без них. У місці перетинання дислокацій і досліджуваної поверхні швидкість травлення злитка вище, внаслідок чого дислокації виявляються у вигляді ямки травлення. Визначення щільності дислокацій проводять на поверхні злитків, підданих виборчому хімічному травленню після вирощування або механічної обробки.

Контроль щільності дислокацій здійснюється на поверхні торців монокристалічних злитків або ж на прилягаючим до них пластинах.

Для виявлення дислокацій на торцях монокристалічних злитків або на прилягаючим до них пластинах використовують селективний травитель, сполука якого, залежно від вихідної концентрації фтористоводної кислоти. Підрахунок щільності дислокацій проводять за допомогою металографічного мікроскопа.

Список використаних джерел

1. Кузнецов В. І., Петрова О. М. Методи визначення щільності дислокацій у монокристалах кремнію. *Фізика і техніка напівпровідників.* 2019. Т. 53. № 4. С. 512–520.

2. Гончаренко С. В. Автоматизовані методи контролю дефектів у пластинах кремнію. Київ : НТУУ «КПІ», 2020. 120 с.

3. Torii K., Kojima T., Kutsukake K., Kudo H., Usami N. Dislocation cluster generation behavior in multicrystalline silicon investigated using twin network analysis / K. Torii, T. Kojima, K. Kutsukake et al. *Science and Technology of*

Advanced Materials. 2025. Vol. 26(1). Article 2512703. DOI: 10.1080/ 14686996.2025.2512703

4. Talanin V. I., Talanin I. E., O. Matsko Simulation of the creation of a defect structure of dislocation-free germanium single crystals. *Journal of Crystal Growth.* 2020. Vol. 533 (2020) Article 125472. P. 1-6.

УДК 669.71.017: 669.054.82

Дорофєєв Ігор Леонідович
Резник Олександр Григорович
здобувачі вищої освіти спеціальності 136 «Металургія»
Нестеренко Тетяна Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

УТИЛІЗАЦІЯ АЛЮМІНІЄВИХ ШЛАКІВ

Виплавляння алюмінієвих сплавів з добавками покривно-рафінувальних флюсів і флюсів, що модифікують, неминуче супроводжується утворенням шлаку на поверхні металевого розплаву. Шлак є сумішшю, що містить оксиди, хлориди, нітриди основних компонентів алюмінієвого сплаву, бруд шихти, компоненти флюсів, частинки футерування плавильних агрегатів. Шлаки алюмінієвих сплавів просочені металом. У ряді випадків при видаленні їх з поверхні розплаву утворюються шлаки, що містять понад 80 % металу. Кількість шлаків, що утворюються, зазвичай коливається в межах 25-40 % від маси шихти для виплавки алюмінієвого сплаву, металізованих шлаків утворюється до 5 % від маси отриманого сплаву [1]. Тому актуальним завданням є зниження кількості шлаку, що утворюється, і підвищення вилучення з нього алюмінію.

Внаслідок зволоження алюмінієвих шлаків, при зберіганні їх на відкритих майданчиках відбувається інтенсивне газовиділення, головним чином, сірководню та аміаку, що супроводжується сильним запахом, призводить до забруднення повітряного басейну на промисловому майданчику та прилеглих населених пунктах. Шлакові відвали є джерелом засолення ґрунту та ґрунтових вод. Тому переробка відвальних алюмінієвих шлаків для видобування металу та утилізації всіх його складових (металу, солей, оксидів) має важливе металургійне та екологічне значення.

Існуючі способи переробки алюмінієвих шлаків поділяють на три групи: сухі (механічна переробка холодних шлаків), термічні (переробка рідких шлаків у гарячому стані), гідрометалургійні (вилуговування) [2, 3].

Для переробки алюмінієвих шлаків на практиці набули поширення способи пресування гарячого шлаку і водного вилуговування шлаку.

Для пресування гарячого алюмінієвого шлаку активно запроваджується обладнання продуктивністю від 7 кг/цикл до 1800 кг/цикл. При пресуванні

шлаку головка, що пресує, (пуансон) стискає шлак і вичавлює рідкий метал у виливницю. Сили тиску сприяють агломерації корольків алюмінію на пластинах (кірках). Алюмінієві кірки ізолюють оксиди і запобігають виділенню пилу. Цикл пресування продовжується від 4 хв. до 12 хв. В алюмінієвих шлаках протікає хімічна реакція між металевим алюмінієм і газами з утворенням оксиду, нітридів і карбідів алюмінію, тому температура при цьому підвищується до 1500 °С, що призводить до згоряння до 1 % алюмінію за хвилину. Згодом не відбувається повного охолодження шлаку і можуть утворюватися термітні суміші, тому на одному пресі не можна переробляти велику кількість отриманого шлаку. Процес пресування характеризується відсутністю викидів пилу та газу, порівняно низькими капіталовкладеннями та експлуатаційними витратами.

Отриманий після пресування, вичавлений, шлак піддається дробленню і гуркотінню для отримання алюмінію, який у вигляді алюмінієвого концентрату повертається на виплавку алюмінієвих сплавів. Застосування пилоподібної фракції, що становить 30-43 % від кількості всіх продуктів, що отримують, можливе тільки після знехлорування її гідрометалургійним методом. Спосіб пресування − механічна переробка шлаку не дозволяє комплексно утилізувати всі складові алюмінієвого шлаку та ліквідувати шлакові відвали.

Водне вилуговування дробленого алюмінієвого шлаку дозволяє отримати: алюмінієвий концентрат, що повертається на виплавку марочних алюмінієвих сплавів; гранульований сольовий флюс, отриманий випарюванням розчинів від вилуговування, та нерозчинний залишок. Нерозчинний залишок від гідрометалургійної переробки шлаку є високоглиноземистим продуктом, що містить в основному, оксиди алюмінію, силіцію, магнію та ін. Тонке подрібнення залишку від вилуговування забезпечує повне видалення карбідів, нітридів і сульфатів із такого продукту, і перетворює його на практично нейтральний продукт.

Нерозчинний залишок від вилуговування придатний для використання як напівпродукт при виробництві алюмінієвих сплавів електротермічним способом; як газоутворювач при виробництві пористого бетону, лиття футерувальних плит, бруківки, щебеню; для виробництва глинозему, цементу, гранульованого сульфатнокислого алюмінію, що використовується в целюлозно-паперовій промисловості або для очищення стічних вод; для виробництва самоплавких екзотермічних сумішей; для утеплення прибутків сталевих злитків.

Висновки. Впровадження гідрометалургійної технології переробки алюмінієвих шлаків дозволяє уникнути проблем, пов’язаних з їх похованням, та комплексно використовувати всі продукти, що утворюються під час переробки.

Список використаних джерел

1. Greenawalt K. Think aluminium, think sustainability. *Aluminium International Today*. 2018. Vol. 27. № 3. P. 24-26.

2. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Колобов Г. О., Грицай В. П. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.

3. Металургія кольорових металів : підручник. Ч. 7 : Вторинна металургія кольорових металів / В. М. Бредихін та ін.; за заг. ред. І. Ф. Червоного. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 454 с.

УДК 669.295.015.3.054.000.1

Іванніков Сергій Валентинович
здобувач вищої освіти спеціальності 136 «Металургія»
Нестеренко Тетяна Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

ТЕХНОЛОГІЇ ВИЛУЧЕННЯ ВАНАДІЮ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Низький вміст ванадію у рудних родовищах і підвищений вміст шкідливих домішок не дозволяють ефективно вилучати з них ванадій [1]. Під час переробки руд не забезпечуються безпечні екологічні параметри. За вказаною причиною в даний час в Україні ванадієві руди не переробляють.

Вторинними сировинними джерелами отримання ванадію в Україні можуть бути відходи виробництва титанової губки, глинозему і пігментного діоксиду титану, відпрацьовані ванадієві каталізатори хімічної промисловості, тверді відходи спалювання мазуту та ін.

Виробництво технічного тетрахлориду титану супроводжується утворенням хлоридних відходів: відпрацьований розплав сольового хлоратора; перегони пилової камери; гази, що відходять з ділянки хлорування, які потрапляють у відвал. Такі відходи становлять небезпеку для навколишнього середовища, оскільки відпрацьований розплав складається в основному з водорозчинних хлоридів металів, у тому числі високотоксичних (хрому, мангану, ванадію, торію і продуктів його розкладання).

Проблема переробки відходів виробництва тетрахлориду титану не є новою. Розроблено та випробувано в лабораторних та напівпромислових масштабах різні технології переробки відходів хлорування, в яких передбачено вилучення окремих цінних компонентів (сполук ванадію, скандію, хрому та ін.). Проте комплексна переробка відходів виробництва тетрахлориду титану полягає у вилученні хлору, діоксиду титану, вуглецю, хлориду натрію та поверненні їх у технологічний процес. Тому аналіз наявних технологій переробки та виявлення технології комплексної переробки хлоридних відходів виробництва тетрахлориду титану є актуальним завданням.

Домішка ванадію супроводжує титанвмісну сировину на всіх стадіях технології титанового виробництва. З руд і титанових концентратів ванадій надходить у продуктові шлаки, що утворюються під час руднотермічного

плавлення, і при їх розкриванні хлоруванням потрапляє в тетрахлорид титану. Після очищення тетрахлориду титану утворюються хлоридні алюмо-ванадієві кеки у вигляді тонкодисперсного пилу, який інтенсивно гідролізується на вологому повітрі з виділянням їдких аерозолів.

Через посилення норм екологічного законодавства та обмеженням кількості алюмо-ванадієвих кеків, які допустимо складувати на території титано-магнієвого підприємства, і для тимчасового вирішення проблеми була розроблена технологія лужної нейтралізації таких кеків з отриманням вторинного відходу зменшеного класу токсичності. Вапнований кек, що утворюється при додатковій обробці вапном хлоридів алюмо-ванадієвих кеків, містить 6-12 % ванадію, має менший рівень екологічної небезпеки. Проте вапнований кек гігроскопічний, не є товарною продукцією широкого застосування. Впровадження технології вапнування у виробництво привело до збільшення тривалості робочого процесу в печах випаровування пульпи, але не вирішило проблему з ванадієм в титановому виробництві.

Комплексна переробка відходів виробництва тетрахлориду титану (відпрацьованого розплаву сольового хлоратора і перегонів пилової камери) запропонована у роботі [2]. В основу технологічної схеми також покладено гідрометалургійну переробку хлоридних відходів і електрохімічну регенерацію хлору. Отриманий оксидно-вуглецевий шлам після очищення від шкідливого баласту (SiO_2, Al_2O_3) направляється на утилізацію діоксиду титану і вуглецю хлоруванням у сольових хлораторах або на реалізацію.

Висновки. Найбільш опрацьовано гідрометалургійний спосіб переробки практично всіх видів хлоридних відходів, що утворюються на різних стадіях титано-магнієвого виробництва. Впровадження технології комплексної переробки хлоридних відходів дозволить отримати супутні продукти (оксидно-вуглецевий шлам, залізистий кек, водень), усунути витрати на рідкий хлор і знизити витрати хлориду натрію у виробництві тетрахлориду титану, мінімізувати шкідливий вплив виробництва на навколишнє середовище

Список використаних джерел

1. Верховлюк А. М., Нарівський А. В., Могилатенко В. Г. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва : навч. посіб. / за ред. В. Л. Найдека. Київ : Видавничий дім “Вініченко”, 2016. 224 с.

2. Сидоренко С. А., Нестеренко Т. М., Ахінько О. В. Про комплексну переробку хлоридних відходів виробництва тетрахлориду титану. *Науковий погляд у майбутнє.* 2017. Вип. 7. Т. 1. С. 59−63.

УДК 621.315.592

Крутьєв Микола Іванович
здобувач PhD спеціальності «Металургія»
Карпенко Ганна Володимирівна
к.т.н., доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ

Метод Чохральского – найбільш поширений метод промислового вирощування монокристалів різноманітних напівпровідникових матеріалів. Метод має велику технологічну гнучкість - можливість шляхом змін конструкції тигля або теплового вузла вирішувати практично будь-які завдання, пов’язані з отриманням монокристала з досконалою структурою. Тому метод Чохральского широко застосовується в промисловості матеріалів для електроніки, особливо широко цей метод застосовують у виробництві напівпровідникових матеріалів. По методу Чохральского виробляють 70 % усіх монокристалів найбільш вживаних напівпровідників і 85 % монокристалів кремнію.

Виробництво монокристалів кремнію методом Чохральского має складне апаратурно-технологічне оформлення (рис. 1), які можна розділити на чотири переділи: ділянки компонування; металургійної ділянки; ділянки фізичних вимірів; ділянки різання і упаковки.

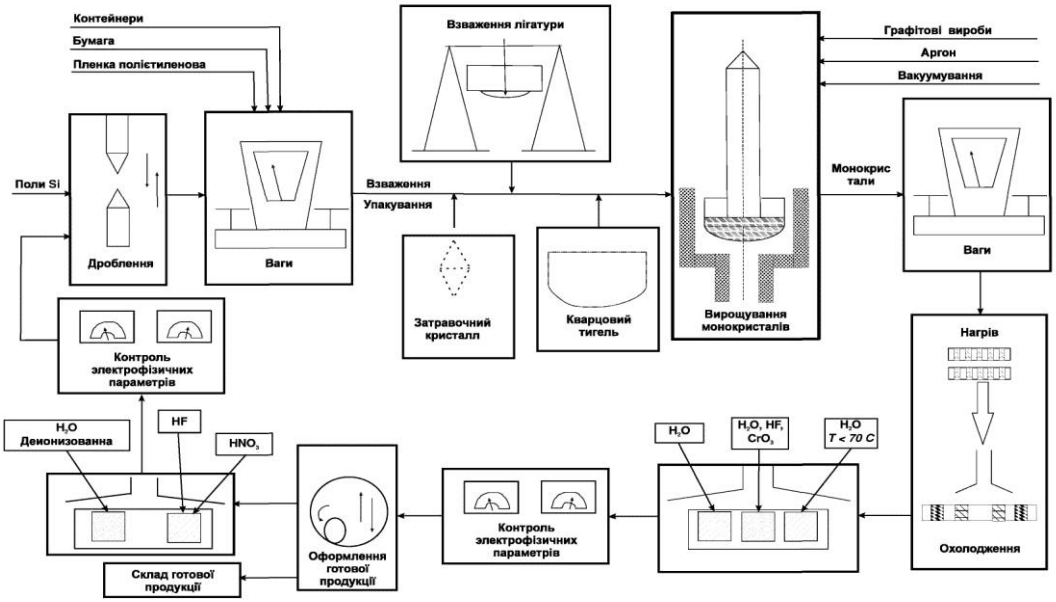


Рисунок 1 – Апаратурно-технологічна схема виробництва монокристалічного кремнію методом Чохральського

Ділянка компонування. Початковим матеріалом для вирощування монокристалічного кремнію, на підприємстві, являються полікристалічні кремнієві стержні які поступають від постачальників упаковані в поліетиленові пакети масою 10 кг і так звані власний оборотний кремній, тобто залишки, що утворюються після вирізки марочного монокристала. Важливою вимогою до властивостей початкового кремнію є відсутність після його розплавлення шлаку на поверхні розплаву (нітрид, карбіди кремнію та ін.). Оборотний кремній обов'язково перед плавкою піддають, хімічній обробці для очищення його поверхні від домішок і механічних забруднень. Хімічну обробку проводять в травильному – витяжних шаф типу ШНЖ-3, ШНЖ-2, в суміші плавикової і азотної кислот при співвідношенні 1:3.

Матеріалом контейнерів є вініпласт. Після хімічній обробці кремній відмивають очищеною (деіонізованою) водою і сушать або витирають бяззю.

В порівнянні з первинним полікристалічним кремнієм обороти містять підвищену концентрацію різних домішок, в зв'язку, з чим їх сортують за типом провідність і концентрації легуючого елементу.

Для отримання монокристалів із заданими П.Е.О. і типом електропровідності в розплав (завантаження) у водять легуючий елемент – лігатуру сплав кремнію з легуючим елементом. Кількість лігатури розраховують за допомогою спеціальних таблиць так щоб отримати монокристал з потрібними властивостями.

Після зважування шихту по 15…17 кг упаковують в пластмасові барильця, що герметично закриваються, туди ж укладають навішування лігатури і супровідні документи на кристал. Барильця закриваються, пломбуються і в міру необхідності передаються на металургійну ділянку.

Металургійна ділянка. Для вирощування монокристалів кремнію методом Чохральского встановлені установки «Редмет – 30», призначені для отримання монокристалів в періодичному або напівбезперервному режимі вирощування із завантаження до 60 кг

Тигель є найбільш важливим елементом ростової системи. Оскільки тигель містить розплав, його матеріал має бути хімічно інертний по відношенню до розплавленого кремнію тому його виготовляють з високочистого кварцу.

Контейнер використовується для підтримки кварцевого тигля. Як матеріал для контейнера служить графіт, оскільки він має хороші високотемпературні властивості. Зазвичай використовують надчистий графіт. Висока міра чистоти потрібна для запобігання забрудненню кристала, домішками, які виділяються з графіту при високих температурах процесу. Контейнер встановлюють на п'єдестал, вал якого сполучений з двигуном, що забезпечує обертання. Нагрів здійснюється з боку нагрівачем з графіту високої чистоти.

Цикл плавки складається з наступних стадій:

- підготовка шихти і установки до плавки;
- вакуумування і перевірка натікання установки;
- розплавлення завантаження;
- затравлення;

- вихід на діаметр;
- витягування монокристалу;
- зворотний конус;
- вибірка;
- відрив монокристалу;
- охолодження установки;
- вивантаження монокристала.

Після вивантаження монокристал остигає до температури довкілля, після цього зважують і відправляють на ділянку фізичних вимірів.

Ділянка фізичних вимірів і різання монокристала. За результатами виміру П.Е.О. на поверхні монокристала кремнію наносять мітки в точках, в яких опір відповідає потрібному для заданих марок. По цих мітках монокристал розрізають на частини. Різання здійснюють алмазним кругом, що обертається, із зовнішньою різальною кромкою на верстатах, швидкість обертання круга 50 об/с.

Після різання і визначення відповідності опору монокристала заданому виду марки калібрують монокристал для надання йому необхідного діаметру і строго циліндричної форми.

Якість монокристалічного кремнію, оцінюється по існуючих стандартах і технічних умовах наступними параметрами: типом електропровідності; величиною і однорідністю розподілу П.Е.О.; часом життя нерівноважних носіїв заряду; рухливістю і концентрацією носіїв заряду; кристалографічним напрямом, по якому вирощений монокристал (орієнтація); структурними дефектами; концентрацією домішок.

Марочні частини монокристала упаковують і відправляють на склад готової продукції, а інші частини монокристала відправляють на ділянку компонування і переробляються повторно.

Підготовку установки до плавки і ведення процесу вирощування монокристалів кремнію методом Чохральського виконують наступним чином.

Перед кожним процесом вирощування оглядається і заміна графітових виробів, що вийшли з ладу, екрануючих покриттів, механізмів, Підготовка установки до плавки полягає в чищенні камер, графітового нагрівача і фільтру від моноокислу кремнію.

При необхідності виконується розбирання теплових вузлів і заміна затравки. Наліт на стінках камер віддаляється наждачним папером, пилеуборкою, серветками.

Список використаних джерел

1. Lee J., Lee C., Yoon W. Behavior of the impurity-rich phase in metallurgical grade silicon during fractional melting. *J. Nanosci. and Nanotechnol.* 2012. Vol. 12. № 4. P. 3473-3477.

2. Mitrasinovic A. M., D'Souza R., Utigard T. A. Impurity removal and overall rate constant during low pressure treatment of liquid silicon. *J. Mater. Process. Technol.* 2012. Vol. 212. № 1. P. 78-82.

3. Wang J., Li X., He Y. Purification of metallurgical grade silicon by a microwave-assisted plasma process. *Separ. and Purif. Technol.* 2013. Vol. 102. P. 82-85.

УДК 621.771 (076)

Кудальцев Роман Сергійович
здобувач вищої освіти спеціальності 136 «Металургія»
Проценко Віктор Максимович
к.т.н., с.н.с., доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРОКАТКИ ПРУТКІВ У КЛІТЯХ З БАГАТОВАЛКОВИМИ КАЛІБРАМИ

Відомо, що міні-металургійні виробництва дозволяють вирішити ряд проблем при організації випуску високотехнологічної продукції в порівняно невеликих обсягах. На цих підприємствах простіше проводити технічне переоснащення, використовувати порівняно дешеві сировинні ресурси завдяки можливості розміщення підприємств в безпосередній близькості від великих металургійних підприємств, що мають досить велику кількість металів у вигляді відходів.

У даній роботі розглянуто один з можливих перспективних шляхів вирішення сучасних проблем міні-металургійних виробництв, пов'язаних з актуальною потребою в розширенні асортименту металовиробів, що випускаються малими партіями, виробництво яких на великих металургійних заводах і комбінатах економічно недоцільне через тривалі і складні переналадки обладнання та систем управління технологічними процесами.

Історично першим розробником концепції міні-заводів у 50-х роках минулого століття є фірма «Danieli» (Італія). Особлива увага приділялася проблемам енерго- та металозбереження, зменшення виробничих площ, металоємності основного обладнання, кількості допоміжного обладнання.

Прокатка в багатовалкових калібрах показала свою ефективність не тільки при виготовленні простих, але і фасонних профілів [1]. В першу чергу, порівняно легко досягається висока жорсткість клітей і, отже, висока розмірна точність прокатки. У більшості випадків багатовалковий калібр розміщується в цілісній замкнутій станині, що знижує пружні деформації під дією різноспрямованих сил.

Метою даної роботи є удосконалення технології прокатки прутків у клітях з багатовалковими калібрами, а також створення наукових передумов для ефективного використання неперервних груп таких клітей у складі агрегатів, що поєднують процеси пресування, прокатки і контрольовану термічну обробку.

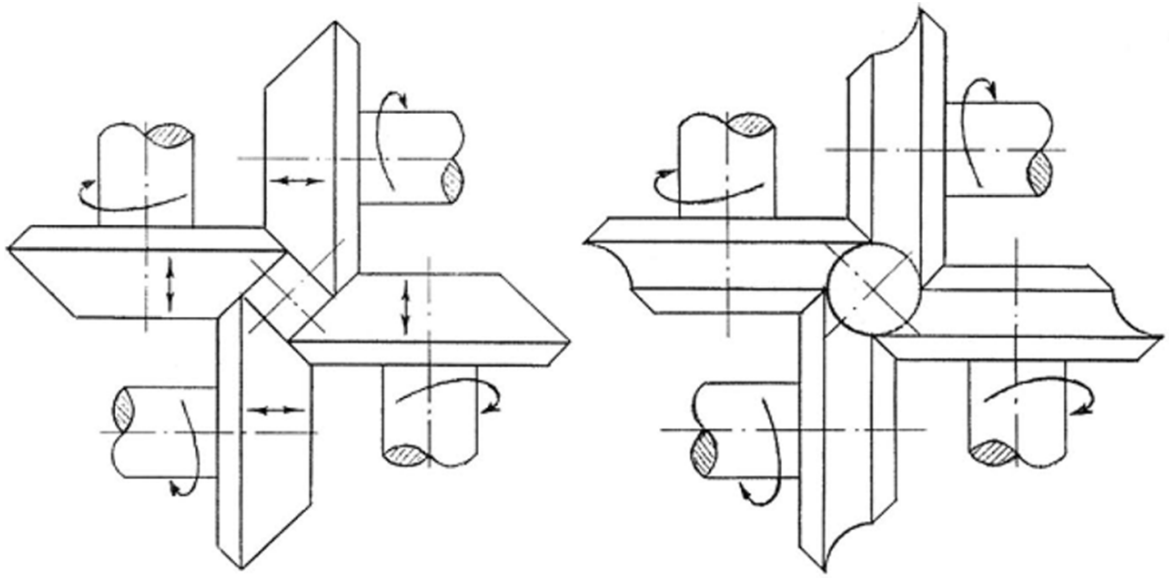
Відомо, що переважна частка енерговитрат пов'язана з нагріванням металу, тому малотоннажне виробництво може бути рентабельним при скороченні кількості нагрівань і підігрівів металу в циклі його отримання і обробки. Розробка суміщених агрегатів для гарячої деформації, зокрема пресово-прокатних агрегатів, в основному переслідує цілі максимального

використання тепла попереднього технологічного переділу, скорочення часу і матеріальних витрат при переході від одного типорозміру металопродукції на інший.

Запропоновано застосування для сортової прокатки багатовалкових, наприклад, чотиривалкових калібрів. При електромеханічному приводі збільшення кількості валків ускладнює конструкції клітей і змушує застосовувати або привід не всіх валків, або вводити складні трансмісії.

Конкуренцію електроприводу складає гідропривід. При створенні компактних гідромоторів для установки на прокатні кліті, привід може бути безредукторним і безшпиндельним, отже, гранично компактним.

Оснащення сортопрокатних багатовалкових клітей індивідуальним гідроприводом вирішує проблеми усунення трансмісій і редукторів, а також розбіжності швидкостей через наявність зазорів і спрощує процедуру регулювання розмірів калібрів. У цьому випадку квадратний калібр формується конічними поверхнями, а круглий – також нарізується на конічних валках, попередньо зведених з утворенням квадратного просвіту. Схеми замикання чотирьох валків при формуванні квадратного і круглого калібрів конічними валками показані на рис. 1. Всі валки встановлені консольно в індивідуальних подушках і можуть зміщуватися в осьовому напрямку (рис. 1, а), змінюючи розміри квадратного калібру, який при цьому залишається замкнутим.



а б

Рисунок 1 – Схеми формування квадратного (а) і круглого (б) калібрів

Висновки і рекомендації. Показано ефективність застосування гідроприводу валків сортових і редукційних клітей. Запропоновано варіант індивідуального гідроприводу валків редукційно-розтяжного стану, що дозволяє реалізувати досить гнучку систему автоматичного управління з швидкою перебудовою режиму прокатки з метою отримання різного сортаменту в межах одного парку валків стану.

Список використаних джерел

1. Таратута К. В., Проценко В. М., Востоцький С. М. Комп’ютерне моделювання процесу волочіння сплавів на основі титану. *Інформаційні моделюючі технології, системи та комплекси* : тр. IV між народ. Наук.-практ. конф. 25–26 трав. 2023 р., м. Черкаси. С 40-42.

УДК 669.2/7.054.79

Старій Євгеній Вікторович
Іванніков Сергій Валентинович
здобувачі вищої освіти спеціальності 136 «Металургія»
Нестеренко Тетяна Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ АВТОМОБІЛЬНОГО БРУХТУ

Європа позбавляється транспортних засобів, що вичерпали свій ресурс екологічно грамотно, необтяжливо для власників і вигідно для держави. В Україні утилізувати старі автомобілі намагалися, але єдиної програми з авторециклінгу досі немає.

Дослідження технологій переробки старих автомобілів для повернення металобрухту в оборот металів і сплавів є актуальним завданням.

Основним способом переробки для легкових автомобілів і сільгосптехніки в Україні залишається автомобільний прес. Після обробки на пакетувальному пресі з двох або трьох автомобілів отримують пакет масою до 3 т. Основними споживачами такого виду металобрухту є потужні металургійні підприємства, що виготовляють, зокрема, автомобільний лист та іншу продукцію для автомобільної промисловості. Таким чином, цикл обороту металу замикається. Проте подібний цикл невигідний як економічно, так і екологічно, оскільки чорний метал забруднюється домішками міді, олова, цинку, свинцю, хрому та інших металів, які використовуються для виготовлення оснастки, обробки, електроустаткування, захисних і декоративних покриття тощо. У довкілля потрапляють викиди токсичних сполук, що утворюються при згорянні органічних речовин (особливо полівінілхлориду) і перегони вказаних вище важких металів.

Від пресування автомобілів у індустріально розвинених країнах відмовилися понад десяти років тому. З того часу вже при проектуванні нової моделі автомобіля в нього стали заклади можливість утилізації: не використовувати матеріали, що не переробляються, наприклад, полівінілхлорид, а під час виготовлення деталей відбувається їх суцільне маркування. Всі деталі виготовляються з матеріалів, що легко можна переробити або утилізувати. За спеціальними технологічними схемами переробляються акумулятори, гума, автомобільні мастила, скло.

Утилізацією конкретної марки автомобіля займаються фахівці компанії-виробника. Після розбирання машини на окремі вузли частина з них відправляється в переплавляння, а частина реставрується і встановлюється на нові машини. Те, що зовсім не можна переробити при розбиранні, відправляється в шредінгові установки. Так, в останніх моделях автомобілів виробництва фірми «Форд» понад 70 % деталей піддаються переробці на стадії розбирання [1, 2].

Сучасна технологічна лінія фірми «Hetek» з переробки автомобільного брухту складається з шредеру «Metso-Lindemann», мобільної пресувальної установки «Corex», екскаватора «Liebherr», має продуктивність 104 тис. т металобрухту за рік. У шредері можна переробляти автомобільні корпуси (повні, оброблені або пресовані) з двигунами або без них, а також пакети оброблених очищених автомобільних корпусів, в тому числі мотори, осі, коробки швидкостей або різний легковагий брухт. За 5-7 хв кінцевими продуктами переробки є три фракції: до 80 % металева шихта (містить понад 95 % заліза), близько 12 % легка фракція (неметалеві матеріали), 5-7 % суміш кольорових металів і важких матеріалів [3]. Остання фракція містить 8,09 % нікелевих сплавів, 18,95 % мідних сплавів, 49,56 % алюмінієвих сплавів, 12,61 % цинкових сплавів, 10,79 % мідно-нікелевих сплавів. Металева шихта у вигляді шредерованого брухту є цінною сировиною для електрометалургійного виробництва сталі.

У світі працюють близько 700 шредерних установок, половина з них виготовлена відомою фірмою «Metso Lindemann», у США – близько 200 шредерів, у Німеччині – 44 установки, в Англії – 46, у Франції – 4 [4]. Шредери середньої потужності здатні переробляти понад 1000 т на день з товщиною матеріалу до 6 мм. Використання шредерованого брухту спрощує його завантаження, забезпечує рівномірно-щільне укладання брухту в металургійні печі, скорочення часу плавлення, зниження витрати електроенергії до 15 %, кількості шлаку в металі, угару на 0,5 %, зносу футеровки.

Висновки. Вітчизняних комплексних технологій і комплексних технологічних ліній для переробки автомобільного брухту поки не існує. Якщо Україна не захистить свою територію від ввезення старих автомобілів, країна поступово перетворюватиметься на автомобільне звалище. Можна уявити собі масштаб екологічної загрози, якщо на державному рівні відношення до проблеми збирання, зберігання і переробки автомобільного брухту, не зміниться.

Список використаних джерел

1. Timm H. Modern Lightweight Design At Audi. *Aluminium International Today*. 2018. October. Issue 24. P. 27.

2. Kircher G. Aluminium scrap as vital source of aluminium supply. *Erzmetall*. 2011. Vol. 64. № 4. P. 210−212.

3. Andersson Magnus, Söderman Maria Ljunggren, Sandén Björn A. Are scarce metals in cars functionally recycled? *Waste Management*. 2017. February. Vol. 60. P. 407−416.

4. End-of-life vehicle (ELV) recycling management: Improving performance using an ISM approach / Zhou Fuli, Lim Ming K., He Yandonget al. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 228. August 2019. P. 231−243.

УДК 669.7:669.054.8

Старій Євгеній Вікторович
здобувач вищої освіти спеціальності 136 «Металургія»
Нестеренко Тетяна Миколаївна
к.т.н., доцент, доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАВКИ НЕКОМПАКТНИХ АЛЮМІНІЄВИХ ВІДХОДІВ

Сучасне машинобудування та інші галузі промисловості України вимагають значної кількості кольорових металів та їх сплавів, у першу чергу, алюмінію. Тенденція до збільшення частки кольорових, зокрема, алюмінієвих сплавів, у загальному обсязі випуску виробів викликана, перш за все, розвитком автомобільної ті авіаційної індустрії. Постійне збільшення обсягів виробництва і споживання деталей з алюмінієвих сплавів сприяє накопиченню значної кількості відходів.

Некомпактні алюмінієві відходи утворюються при механічній обробці (різанні, свердлінні, струганні, чистовій обробці тощо) злитків, напівфабрикатів, заготовок для отримання виробів на машинобудівних та металургійних підприємствах. Під час збирання та заготівлі такі відходи змішуються по марках сплавів, засмічуються ганчірками, сколами з фундаментів механічних верстатів, містять залишки мастил, мастильно-охолоджувальних рідин, вологу, тирсу та інше сміття.

Завданням роботи є дослідити існуючі технології плавки некомпактних алюмінієвих відходів.

Використання в шихті некомпактної алюмінієвої вторинної сировини, наприклад алюмінієвої стружки, що не пройшла попередньої підготовки (сушіння, брикетування та ін), неминуче під час плавки знижує якість розплаву і дає низький металургійний вихід (близько 30-60 %) [1-4]. Володіючи розвиненою питомою поверхнею, стружка інтенсивно окислюватиметься, перебуваючи на поверхні розплаву. За даними Г. В. Ларіонова, збільшення вмісту в шихті стружки з 15 % до 50 % призводить до збільшення кількості неметалевих включень у сплаві більше, ніж у 2 рази. Для підвищення металургійного виходу А. С. Циганов запропонував застосовувати підготовку стружки до плавки, встановити додаткове обладнання та ін. Проте, крім безперечних переваг, такі заходи мають деякі недоліки: технологія енергоємна, екологічно шкідлива, не завжди досягається необхідна чистота розплаву.

Для плавлення дрібного алюмінієвого брухту та некомпактних відходів використовують відбивні печі з виносними ваннами [3]. Такий скрап завантажують у наплавлений в металоприймачі метал, щоб уникнути його окислення. Для перемішування розплаву у плавильних печах використовують циркуляційні насоси, футеровані графітом.

У європейських країнах поширена технологія переплаву некомпактної вторинної алюмінієвої сировини в барабанних печах, що обертаються, з добавкою солей хлориду натрію в кількості до 25 % від ваги шихти при температурі 700-800 °С. У печах одночасно відбувається плавлення та рафінування металу. Існують способи переплаву некомпактних відходів в ряді спеціальних установок: вакуумні установки, печі, що обертаються, краплинний переплав стружки у шарі рафінувального флюсу та ін. Вони зазвичай дають більш високий металургійний вихід і хорошу якість металу порівняно з відбивними печами, але досягається це за рахунок втрати продуктивності або економічності.

Привертає увагу швидкісний спосіб, заснований на використанні стандартних печей опору та на застосуванні невеликої (близько 0,2-0,3 %) кількості рідкого флюсу. Для зниження втрат металу на окислення та вигоряння легуючих елементів при переплавленні стружки алюмінієвих сплавів процес плавки проводять у сольовій електричній печі. При цьому розплав солей, що має особливі фізико-хімічні властивості, є середовищем для плавлення, рафінування, захисту металу і нагрівачем, що виділяє теплоту за рахунок омічного опору при пропусканні через нього струму. Занурюючись у розплав солей і плавлячись у сольовому середовищі, стружка не окислюється, очищується від неметалевих включень та водню. Втрати металу при цьому становлять від 1 % до 5 %, а кількість шлаку, що утворюється, не перевищує 10 %. Однак при цьому способі можуть бути значні шкідливі виділення в атмосферу.

Висновки. Некомпактну вторинну алюмінієву сировину (стружку, обрізки прутків, листів, профілів, висічку, виплески, облой тощо) для повернення в оборот металу додають під час плавлення до складу змішаної шихти. Такий вид сировини переплавляють у рідкій ванні, що утворюється після наплавлення розплаву із компактної алюмінієвої сировини у полуменевих і електричних плавильних печах.

Список використаних джерел

1. Kevorkjjan V. The recycling of standard quality wrought aluminum alloys from low-grade contamined scrap. *J. Miner., Metals and Mater. Soc*. 2010. Vol. 62. № 8. P. 37–42.

2. Нестеренко Т. М. Про технології переробки відходів виробництва та споживання із кольорових металів. *Еко Форум – 2021* : зб. тез доп. V спеціалізов. міжнар. Запорізького еколог. форуму (м. Запоріжжя, 14-16 вер. 2021 р.). Запоріжжя, 2021. С. 288–290.

3. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Колобов Г. О., Грицай В. П. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.

4.° Improving aluminum recycling: a survey of sorting and impurity removal technologies / *G.* Gaustad et al. *Resour. Conserv. Recycl*. 2021. № 3. P. 107−116.

UDC 669.187.526

Starodub Dmytro Oleksandrovych
Higher education student majoring in Metallurgy
Karpenko Hanna Volodymyrivna,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
at the Department of Metallurgical Technologies,
Ecology, and Technogenic Safety
Zaporizhzhia National University

APPLICATION OF ELECTRON BEAM MELTING TO OBTAIN SPECIAL-PURPOSE PRODUCTS

The modern development of technology is largely due to the introduction into machine-building structures of the latest metal materials, which are characterized by high specific strength in a wide range of operating temperatures, resistance to aggressive environments, non-magnetism and other specific properties. Such materials include titanium and titanium alloys.

The metallurgical industry supplies titanium products in the form of sheets, forgings, stampings, bars, wire, pipes and profiles of various configurations. These semi-finished products are manufactured by plastic deformation of titanium ingots or its alloys, so the quality of the final product directly depends on the quality of the starting ingots.

Due to the high chemical activity of titanium at elevated temperatures, especially in the liquid state, its melting is possible only in vacuum or in an inert gas environment. Today, the main method of industrial production of titanium alloys is arc melting in vacuum-arc furnaces. After two or three times remelting of electrodes (depending on the alloy composition), round ingots with a diameter of up to 1200 mm are obtained. The main task in developing titanium melting technology is to ensure high quality of ingot metal.

Recently, the latest methods of smelting titanium ingots have become widespread in industry, including plasma arc, electron beam and arc garnisage melting. Electron beam melting of titanium (EBM) is considered the most promising, since it allows you to obtain the highest quality ingot metal.

The classic method of producing titanium ingots and alloys based on it is vacuum arc melting (VAM). In this process, the heat source is a direct current electric arc that occurs between the end of the consumable electrode and the surface of the liquid metal in the crystallizer. Under the influence of the heat generated by the arc, the end of the electrode melts, and the molten metal enters the crystallizer. Usually, melting is carried out in a copper water-cooled blind-bottom crystallizer, while the pressure in the melting chamber is maintained within 0,1...1,0 Pa [1].

One of the significant disadvantages of vacuum arc melting (VAM) in terms of refining efficiency is that the end of the consumable electrode partially covers the surface of the liquid metal bath in the crystallizer. Under such conditions, the removal of impurities is possible only through a narrow annular gap between the electrode and

the walls of the blind-bottom crystallizer, the width of which is usually only 30–50 mm. This significantly complicates the removal of gaseous impurities from the arc combustion zone, where the pressure can reach 100 Pa [2-4].

In addition, a significant part of the impurities evaporated from the melt surface condenses on the electrode surface and the inner walls of the crystallizer, located above the melt level. This phenomenon is also characteristic of alloying elements in the VDP process of titanium alloys [5-7].

Another limitation of vacuum arc melting (VAM) is the insufficient holding time of the liquid metal in a vacuum environment. This is due to the fact that reducing the remelting rate by reducing the supply of the consumable electrode is possible only within limited limits, since too low a supply can lead to arc extinction. This technological feature complicates the full course of degassing processes in the metal [8].

In addition, the level of utilization of titanium waste in the traditional VDP process is only 20–30%. The relatively low vacuum in the melting zone (10–100 Pa) does not allow the use of cheaper sponge titanium in the consumable electrode together with waste, which limits the economic efficiency of the process [9–11].

VDP is also not able to completely solve one of the critical problems of titanium ingot quality - the presence of defects in the form of low-density inclusions (hard α-inclusions) and refractory inclusions with high density. In this regard, alternative melting methods - garnisage, plasma-arc and electron-beam [12] - are increasingly used in titanium production. In plasma-arc and electron-beam melting, an intermediate tank is used, which allows significantly increasing the level of titanium waste utilization and preventing the formation of refractory inclusions in ingots.

Regarding the removal of solid α-inclusions, electron beam melting (EBM) demonstrates the highest efficiency. This is due to the possibility of keeping the metal in the liquid state for a long time and achieving a higher melt temperature.

One of the key requirements for special-purpose materials, along with the specified physical and mechanical characteristics, is their high purity - minimal content of harmful impurities. This necessitates the use of technological processes capable of ensuring deep refining of the metal from impurities such as sulfur, arsenic, phosphorus, lead, tin, copper, etc., as well as from gases. Today, the most effective purification of metals and alloys is achieved by smelting them in a vacuum using electron beam heating.

The production of special-purpose materials and products involves the use of electron-beam casting technologies, which allow not only to refine the metal, but also to form finished products. An important feature of such technologies is the use of electromagnetic stirring of the melt during electron-beam melting. This contributes to the intensification of refining reactions and ensures an increase in the volume of metal poured from the crucible [13].

References

1. Nakajima T., Morimoto Y., Takaki S., Abiko K. Preparation of ultra-pure Ti–Al alloys. *Phys. Status Solidi*. A. 1998. K 2. P. 411–418.

2. Yu.V. Latash, V.N. Matyakh. Modern methods of producing ingots of particularly high quality. Kyiv : Naukova dumka, 1987. 335 p.

3. Anoshkin N. F., Lobanov V. S., Aleksandrov A. V. Contemporary state and problems of titanium production. *Technology of lightweight alloys.* 2001. №. 5-6. P. 70–75.

4. Mitchel A. The production of high-quality materials by special process. *Journal Vac. Technol*. 1987. №. 4 (Jul./Aug.). P. 2672–2677.

5. Seagle SR New titanium developments in products, processes and applications in the USA. *Titanium 1990 Intern Conf.* Vl Dayton, USA, 1990. P. 66-73.

6. Shamblen CE Titanium alloy hearth melt "only" technology. Titanium'95. *Science and Technology :* Proc. of the Eight World Conference on Titanium, Birmingham, UK. 1995. P. 1438–1445.

7. Bellot JP., Hans S., Hess E. et al. The formation and removal of "hard-Alfa" material during the melting of titanium alloys. Titanium'95. *Science and Technology:* Proc. of the Eight World Conf. on Titanium, Birmingham. UK. 1995. P. 1454-1461.

8. Musatov M. M., Fridman A. I. Technological schemes for the production of ingots from titanium alloys using garnish melting. *Titan.* 1993. №. 1. P. 35-38.

9. Buttrill WH, Shamblen CS Hearth melt plus vacuum arc remclt: Production status. Titanium'95. *Science and Technology :* Proceedings of the Eight World Conference on Titanium, Birmingham, UK. 1995. P. 1446–1453.

10. Haun RE, Schlienger MP Applications for plasma arc melting in titanium processing. Ibid. P. 1470–1477.

11. Ladokhii S. V., Kornyushii Yu. V. Electron-beam garnish melting of metals and alloys. Kyiv : Nauk, dumka, 1988. 144 p.

12. Shimizu F., Fujino S., Morinaga K. Removal of impurities during electron beam melting. *J. Jap. Inst. Metals*. 1998. №. 6. P. 586–591.

13. Ladokhin S. V. Electron-beam melting in foundry production: under the editorship. Kyiv : Stal, 2007. 626 p.

УДК 658:669.2/8

Яковлєв Дмитро Володимирович
здобувач PhD спеціальності «Металургія»
Григор'єв Станіслав Михайлович
д.т.н., професор кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки
Запорізький національний університет

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ГУБЧАСТОГО ФЕРОВОЛЬФРАМУ У ВІДЧИЗНЯНОЇ МЕТАЛУРГІЇ

Існуючі технології вуглеводної та алюмотермічної плавки отримання металів на основі молібдену й вольфраму трансформуються у вітчизняні методи порошкової металургії й отримують свій подальший розвиток [1, 3]. Одержувані продукти того ж призначення володіють якісно новими, наперед заданими, технологічними властивостями, що підтверджують передові наукові розробки у вітчизняній і закордонній практиці [2, 4, 5]. Удосконалюються технологічні параметри одержання губчастих легуючих матеріалів й їхні якісні характеристики [6]. Підтверджена їх висока економічна ефективність одержання й використання в сталеплавильному виробництві спеціальних сталей [7, 8]. Це свідчить про необхідність розвитку даного напрямку в металургії рідких і тугоплавких легуючих матеріалів, що безсумнівно вплине на підвищенні ефективності сталеплавильного виробництва [9].

У роботі ставитися завдання поглиблення досліджень у напрямку одержания нового легуючого матеріалу на основі вольфраму методами порошкової металургії, а конкретні задачі даної частини роботи полягають в аналізі, розрахунках та економічній оцінки виробництва та використання губчастого феровольфраму для легування спеціальних сталей.

Розроблений технологічний регламент виробництва губчастого феровольфраму з наперед завданими споживчими властивостями, його використання, у якості легуючого матеріалу виявили ряд факторів, котрі не враховувались при оцінці економічної ефективності, як при виробництві, так і в області використання.

До числа таких факторів, які отримали розвиток у технічному рішенні ресурсо- та енергозбереження і які чинять вплив на її ефективність, слід віднести: виключення використання в якості відновника коштовних порошків кремнію та алюмінію та заміни їх вуглецевмісними відходами; виключення операції поділу плавлених злитків на більш дрібні шматки й інше, які знижують собівартість переділу відновлення рідких концентратів.

При використанні губчастого вольфраму в якості легуючого матеріалу різко скорочується час розчинення вольфраму в розплаві, що суттєво знижує вибраний вольфрам та інших легуючих елементів і розкислювачів та суттєво

підвищує продуктивність основних металургійних агрегатів, що в кінцевому рахунку знижує собівартість плавильного переділу.

У розрахунках враховані такі фактори, як зниження собівартості одержання нового матеріалу за зниженням енергетичних витрат на технологію відновлення вольфрамового концентрату, використання в технології щодо дешевих і розповсюджених відновлювачів, зменшення втрат за рахунок сублімації з'єднань і підвищення виходу придатного. При використанні нового легуючого матеріалу, як легуючої добавки в розплаві сталі одержують розвиток такі фактори як зниження видаткових коефіцієнтів на переділ плавки по вольфраму, хрому, молібдену й ванадію за рахунок зниження окисного потенціалу розплаву сталі, питомої витрати технологічної енергії при підвищенні швидкості поширення вольфраму розплавом сталі в 5-7 разів у порівнянні зі стандартним плавленим феровольфрамом й ін.

Таким чином, дане конкретне технічне рішення щодо використання губчастого феровольфраму, як легуючого матеріалу щодо визначення його економічної доцільності, вимагає використання не тільки загальних рекомендацій, а й урахування оригінальних критеріїв зіставлення. До числа таких критеріїв ставиться розрахунок балансів за елементами, внесеними та засвоюваними при виплавці сталі, та порівняння витрат елемента заданого шихтою, зі змістом його в готовому металі (величина, обернена коефіцієнту засвоєння).

У цих умовах кращим є розрахунок з використанням вище названих коефіцієнтів для визначення балансу шихтових матеріалів за плавками, проведеними за базовою та новою технологіями. При виконанні розрахунків використовувалася методика описана у роботі [7], з конкретизацією відповідних коефіцієнтів.

Розроблено технологію одержання й використання губчастого феровольфраму методом порошкової металургії, що відрізняється від традиційних феросплавів на основі вольфраму метало термічної плавки гнучкістю й економічністю. Розрахована методика на використання відносно дешевих і розповсюджених відновлювачів, і одержанням продукту з якісно новими технологічними властивостями: швидкістю засвоєння вольфраму в розплаві сталі в 5-7 разів вище чим зі стандартного аналога. Це дозволяє знизити вигар інших елементів з розплаву сталі на 4-7% (молібдену, хрому, ванадію). Методика розрахунків економічної ефективності використання нового легуючого матеріалу дає можливість зробити розрахунок, будь в якій час при наявності даних з біржі LME. Губчастого феровольфраму, як легуючої добавки вольфраму при виплавці. швидкоріжучих сталей в дуговій печі в цінах Лондонської біржі, підтверджують високу ефективність і перспективність розширення обсягів впровадження.

Список використаної літератури

1. Острик П. Н., Гасик М. М., Пиріг В. Д. Металургія губчастих і порошкових лігатур. Київ : Техніка. 1992. 128 с.

2. Григор'єв С. М., Акименко В. Б., Попов А. Н. Одержання молібденового металізованого концентрату із брикетованої шихти і його використання при виплавці сталі. *Сталь.* 1983. № 8. С. 79-81.

3. А. С. 977510, МКІ С22С 34/34 Спосіб одержання металізованих молібден і/або вольфрамомістних концентратів / С. М. Григор'єв, П. Н. Острик, А. Н. Попов й ін. № 3312571/22-02. Заявл. 30.11.82. Бюл. № 49. С. 102.

4. Григор'єв С. М., Карпуніна М. С., Москаленко А. С. Термодинамічний аналіз і математичне моделювання стосовно до технології одержання губчастого вольфраму. *Сталь.* 1999. № 11. С.33-36.

5. Григор'єв С. М., Карпуніна М. С., Москаленко А. С. Математична модель термодинамічної рівноваги в системі W-O-C стосовно до технології одержання губчатого вольфраму. *Сталь.* 1999. № 12. С. 31-34.

6. Григор'єв С. М., Григор'єв Д. С. Зниження домішок у металізованому вольфрамовому концентраті. *Сталь.* 2002. № 10. С. 43-46.

7. Пивень А. Н., Григор'єв С. М. Ефективність ресурсозбереження при використанні молибденвмістних матеріалів. *Кольорові метали.* 1992. № 2. С. 10-12.

8. Григор'єв С. М. Техніко-економічні показники розвитку металургії губчастих і порошкових лігатур на прикладі металізованого молібденового концентрату. *Чорні метали.* 2005. № 3. С.26-29.

9. Григор'єв С. М. Економічна стратегія й тактика ресурсо-енергозбереження в металургії тугоплавких матеріалів. *Металургія.* 1998. Запоріжжя: ЗГІА. Вип. 1. 1998. С. 17-23.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 «ТЕХНОГЕННО-ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТА ЗБАЛАНСОВАНЕ РЕСУРСОКОРИСТУВАННЯ»

Бакушев Нікіта Сергійович, Осаул Олександр Іванович. АВТОНОМНА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЛІЗУ ВОДИ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ…….. 5

Бєлоконь Каріна Володимирівна, Венгер Любов Олександрівна, Жаворонков Микита Андрійович. ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ГІС) ТА ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ (ДЗЗ) ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ……... 7

Бут Костянтин Олександрович, Галич Арсен Віталійович Кожемякін Геннадій Борисович. АНАЛІЗ СКЛАДУ І ВЛАСТИВОСТЕЙ СТІЧНИХ ВОД ГАЗООЧИСТОК ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПЕЧЕЙ……. 9

Височін Дмитро, Горбань Валерій. ДИНАМІКА ПОПУЛЯЦІЙ КОПИТНИХ ТВАРИН У МИСЛИВСЬКИХ УГІДДЯХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ: ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТАЛОГО УПРАВЛІННЯ, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ВПЛИВ ВІЙНИ…….. 11

Воденнікова Оксана Сергіївна, Воденніков Сергій Анатолійович. ЕКОЛОГІЧНІСТЬ У МЕТАЛУРГІЇ: ІННОВАЦІЇ, ЯКІ ЗМІНЮЮТЬ ПРОМИСЛОВІСТЬ УКРАЇНИ……... 13

Воденнікова Оксана Сергіївна. ВПЛИВ ТЕНДЕНЦІЙ «ЗЕЛЕНОЇ» МЕТАЛУРГІЇ НА ЕКОЛОГІЧНУ МОДЕРНІЗАЦІЮ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ…….. 16

Воденнікова Оксана Сергіївна, Воденніков Сергій Анатолійович. «ЗЕЛЕНІ» ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ…….. 18

Волкова Поліна, Воронова Наталія. ДИНАМІКА СУКЦЕСІЇ ФІТОЦЕНОЗІВ ХОРТИЦІ ПІСЛЯ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС. 22

Грицуляк Віталій, Лопушняк Василь Іванович. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ…….. 24

Грицуляк Віталій Миколайович, Кривенко Галина Мирославівна. ІНТЕГРОВАНА БІОТЕХНОЛОГІЧНА ПЛАТФОРМА…….. 26

Грицуляк Віталій Миколайович, Коцюбинський Андрій Олегович, Грицуляк Галина Михайлівна. ЕКОТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ……. 31

Залевський Андрій Віталійович, Розсоха Катерина Вікторівна, Нестеренко Ростислав Олександрович, Бєлоконь Каріна Володимирівна. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ВІДХІДНИХ ГАЗІВ МАРТЕНІВСЬКИХ ПЕЧЕЙ…… 35

Зборовський Сергій Олександрович, Аданік Олександр Олександрович, Бєлоконь Каріна Володимирівна. ПРОЄКТ СИСТЕМИ МОКРОГО ОЧИЩЕННЯ ГАЗІВ ЗАКРИТИХ ФЕРОСПЛАВНИХ ПЕЧЕЙ…….. 37

Іваненко Максим Костянтинович, Притула Наталія Михайлівна. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ СТІЙКОСТІ РОСЛИН ДО ДИМОВИХ АЕРОЗОЛІВ У КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ…… 40

Ільченко Володимир Миколайович, Домбровський Костянтин Олегович. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЗАПОРІЗЬКОГО ВОДОСХОВИЩА ЗА ПОКАЗНИКАМИ КИСНЕВОГО РЕЖИМУ…… 43

Калегов Дмитро, Воронова Наталія. ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТА ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ЯК ОСНОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА…… 45

Карпій Сергій Євгенійович, Аданік Олександр Олександрович, Бєлоконь Каріна Володимирівна. ВПЛИВ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ВОДИ В РІЧЦІ ДНІПРО В МЕЖАХ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ У 2023 РОЦІ НА ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ВОДИ…… 47

Каряка Ігор Геннадійович, Книрік Вадим Володимирович, Сметана Олексій Володимирович, Бєлоконь Каріна Володимирівна. ПРОЄКТ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ КОЛОШНИКОВОГО ГАЗУ ДОМЕНИХ ПЕЧЕЙ……... 51

Клепакова Уляна, Фостащенко Олена Миколаївна. ЕКОЛОГІЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ МІСТ:ЗЕЛЕНА ІНФРАСТРУКТУРА…….. 53

Коростильов Дмитро, Воронова Наталія. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ АДАПТАЦІЇ ТА МІТИГАЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН… 56

Курта Микола, Фостащенко Олена Миколаївна, Добровольська Оксана Григорівна. НОРМАТИВНІ ТА САНІТАРНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ МАЛИХ РІЧОК У СТРУКТУРУ МІСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ…… 58

Линник Діана Олександрівна, Грицуляк Галина Михайлівна. ПРОБЛЕМА ЗМІНИ КЛІМАТУ: РОЛЬ ПРОМИСЛОВОГО СЕКТОРУ... 61

Линник Діана Олександрівна, Шиманський Володимир Ярославович, Грицуляк Галина Михайлівна. ТЕХНОГЕННЕ ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ ТА ШЛЯХИ ЇХ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ……. 64

Лясковська Марія, Линник Діана Олександрівна. ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД ОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНИКІВ ШЛЯХОМ КАТАЛІТИЧНОГО РОЗКЛАДУ ГІДРОГЕН ПЕРОКСИДУ З ВИКОРИСТАННЯМ ШПІНЕЛЬНИХ ФЕРИТІВ……... 67

Майданник Дмитро Сергійович, Струмінська Олена Остапівна. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙ НА ОСНОВІ КСАНТАНУ І Na-КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ ТА ЇХ РОЛЬ У ЗБЕРЕЖЕННІ ДОВКІЛЛЯ…… 68

Макух Микола Миколайович, Добровольська Оксана Григорівна, Фостащенко Олена Миколаївна. ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ АТМОСФЕРНИХ ВОД З ТЕРИТОРІЇ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ ……... 71

Островець Інна Ігорівна, Коломієць Сергій Валерійович. ПОТЕНЦІАЛ ВПРОВАДЖЕННЯ КРУГОВОЇ ЕКОНОМІКИ У СФЕРІ ПЕРЕРОБКИ КАБЕЛЬНО-ПРОВІДНИКОВИХ ВІДХОДІВ……... 74

Панасенко Олександр Олександрович, Галич Арсен Віталійович, Кожемякін Геннадій Борисович. АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК СТІЧНИХ ВОД. ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД КОНВЕРТЕРНОГО ВИРОБНИЦТВА…….. 77

Петров Сергій Миколайович. Рильський Олександр Федорович. ФЛОРИСТИЧНИЙ СКЛАД ТА СТРУКТУРА СТЕПОВОЇ РОСЛИННОСТІ БІЛЯ РІЧКИ ВІЛЬНЯНКА……. 79

Постоєнко Ілля Олексійович, Горбань Валерій Віталійович. ОЦІНКА ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ВИДОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ НА ДІЛЯНКАХ ВТОРИННОЇ СУКЦЕСІЇ У МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ…….. 81

Прочухан Олександр Вадимович, Кравченко Євгеній Вікторович, Байша Максим Сергійович, Бєлоконь Каріна Володимирівна. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ КОНВЕРТЕРНИХ ГАЗІВ…….. 83

Резунєнко Анастасія, Добровольська Оксана Григорівна, Фостащенко Олена Миколаївна. КОМПЛЕКС ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧОК……. 85

Садова Тетяна, Воронова Наталія. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ДОВКІЛЛЮ ЗАПОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ…….. 88

Садова Тетяна, Бойка Олена. ОЦІНКА СТУПЕНЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РІВНЕМ ФЛУКТУЮЧОЇ АСИМЕТРІЇ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ РОСЛИН…… 90

Ситник Нікіта, Фостащенко Олена Миколаївна. ПРИНЦИПИ ЗЕЛЕНОЇ АРХІТЕКТУРИ У СИСТЕМІ СТАЛОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ.. 92

Старжинський Павло Станіславович, Жукова Олена Григорівна. ВОДНА БЕЗПЕКА ТА СТІЙКІСТЬ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ М. КИЄВА: ДАНІ 2025 РОКУ ТА КОНЦЕПЦІЯ WATER SAFETY AND RESILIENCE PLAN (WSRP)……... 94

Мандрик Олег Миколайович, Суліма Євгенія Олександрівна. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЕКОЛОГІЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ СПОРУДЖЕННЯ ГАЗОВИДОБУВНИХ СВЕРДЛОВИН НА ДОВКІЛЛЯ…… 97

Фоменко Діана Ігорівна, Притула Наталія Михайлівна. ВПЛИВ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ НА ЕКОСИСТЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ УТИЛІЗАЦІЇ……. 99

Халілєєв Іван Олексійович, Галич Арсен Віталійович, Венгер Любов Олександріна. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТАНУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ДЛЯ УКРАЇНИ ТА СВІТУ…….. 101

СЕКЦІЯ 2 «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ: ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ТА ДОСВІД КРАЇН СВІТУ»

Відлога Яна Миколаївна, Румянцев Владислав Ростиславович. ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ АЕРОЗОЛІВ ПРИ ПЕРЕРОБЦІ ГІРСЬКОЇ ПОРОДИ НА ГІРНИЧОДОБУВНИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ……. 105

Іванова Дар’я Андріївна, Мосієвіч Лариса Василівна. ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕКЛАДУ АНГЛОМОВНИХ ТЕРМІНІВ З ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ……. 106

Поночовний Дмитро, Фостащенко Олена Миколаївна. ПРОЄКТУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД З УРАХУВАННЯМ ДІЇ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ……... 108

Черниш Катерина Андріївна, Добровольська Оксана Григорівна. МОДЕРНІЗАЦІЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ТА ОБЛАДНАННЯ ПАРКІНГІВ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ОХОРОНИ ПРАЦІ……. 110

Щетніков Валентин Олексійович, Бєлоконь Каріна Володимирівна. ВЕНТИЛЯЦІЯ У РОБОЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ: СУЧАСНІ ВИМОГИ ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ…….. 113

СЕКЦІЯ 3 «ЕКОЛОГІЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ ЯКОСТІ ISO 14001»

Безверхий Ігор Анатолійович, Воронкова Валентина Григорівна. СУЧАСНІ ПЛАТФОРМИ БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ У МЕНЕДЖЕНТІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ……. 117

Безверхий Ігор Анатодійович. ІННОВАЦІЙНІ КОНЦЕПЦІЇ МЕНЕДЖМЕНТУ 3.0: ГНУЧКІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ В УМОВАХ ТУРБУЛЕНТНОСТІ……. 119

Вознюк Ярослав Юрійович, Вознюк Андрій Юрійович. ВПРОВАДЖЕННЯ «ЗЕЛЕНИХ ОФІСІВ» І КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД…… 123

Дуюн Олеся Дмитрівна, Воронкова Валентина Григорівна. ВИДИ МЕНЕДЖМЕНТУ: ФУНКЦІОНАЛЬНА ТА ГАЛУЗЕВА СПЕЦИФІКА 126

Закревський Антон Олександрович. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ПІДПРИЄМСТВ…… 129

Левченко Анастасія Валеріївна, Коломієць Сергій Валерійович. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ГОТЕЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА……. 133

Одарюк Ігор Олегович, Плиска Олег Вікторович, Оглобліна Вікторія Олександрівна. ВПЛИВ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ISO 14001 НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ……. 136

СЕКЦІЯ 4 «ФІЛОСОФІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ВЛАДИ»

Ажажа Марина Андріївна, Венгер Ольга Миколаївна, Фурсін Олександр Олександрович. ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЯ ВЛАДИ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ: РОЛЬ ГРОМАД У ФОРМУВАННІ СТАЛИХ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРАКТИК……. 139

Венгер Ольга Миколаївна, Воронкова Валентина Григорівна, Нікітенко Віталіна Олександрівна. ФІЛОСОФІЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ НА МІСЦЕВОМУ РІВНІ……. 143

Воронкова Валентина Григорівна. ФІЛОСОФСЬКІ ЗАСАДИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІНЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ В УМОВАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ВЛАДИ…….. 146

Єрьоменко Анастасія Валеріївна, Загородній Сергій Анатолійович, Оглобліна Вікторія Олександрівна. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ В УКРАЇНІ…… 150

Крупа Андрій Геннадійович. СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ МЕРЕЖЕВОГО СУСПІЛЬСТВА…….. 152

Метеленко Наталя Георгіївна, Воронкова Валентина Григорівна, Оглобліна Вікторія Олександрівна. КОНЦЕПЦІЇ «ЗЕЛЕНОЇ ДЕМОКРАТІЇ» ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ НА РІВНІ ГРОМАД: ДОСВІД КРАЇН ЄС ТА УКРАЇНИ……. 156

Метеленко Наталя Георгіївна, Воронкова Валентина Григорівна, Бєлоконь Каріна Володимирівна. ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ ЙОГО АДАПТАЦІЇ В УКРАЇНІ (ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ЕКО-АДМІНІСТРУВАННЯ В ЄС)…… 160

Бєлоконь Каріна Володимирівна, Прутцьков Дмитро Володимирович, Карпій Сергій Євгенійович, Галич Арсен Віталійович. МЕХАНІЗМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ……..... 163

СЕКЦІЯ 5 «ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ НА МАКРО- ТА МІКРОРІВНЯХ»

Gintarė Jaciūnė. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE MARKETING PARADIGM: FROM CREATIVITY TO CONTROL…….. 168

Бурашнікова Олена Сергіївна, Воронкова Валентина Григорівна. СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ ЗАСАДИ ЦИФРОВОЇ ПОДАТКОВОЇ КУЛЬТУРИ ЯК МАРКЕРА СУСПІЛЬСТВА: МІЖ ТЕХНОЛОГІЄЮ ТА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ…… 170

Воденніков Сергій Анатолійович, Воденнікова Оксана Сергіївна, Соколовська Анастасія Петрівна. АНАЛІЗ ФІНАНСОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНЦЕРНУ «МІСЬКІ ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ»……. 173

Воронкова Валентина Григорівна, Нікітенко Віталіна Олександрівна. СИНЕРГІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ І ЦИФРОВОГО ГУМАНІЗМУ В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕПОХИ……. 176

Горбуля Майя Анатоліївна. ФЕНОМЕН РИЗИКУ ТА СТАБІЛЬНОСТІ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКИЙ АНАЛІЗ…… 180

Діхтяр Анастасія Дмитрівна, Меліхов Євген Валентинович, Меліхова Тетяна Олегівна. ТЕОРІЯ ТОВАРУ І ГРОШЕЙ……... 183

Зімагоров Макар Євгенович, Меліхов Євгеній Валентинович, Меліхова Тетяна Олегівна. ОБЛІК І ОПОДАТКУВАННЯ СУБ'ЄКТІВ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ……. 185

Калько Єва Олегівна, Меліхов Євгеній Валентинович, Меліхова Тетяна Олегівна. АКТИВНІ І ПАСИВНІ РАХУНКИ ТА ПРИНЦИПИ ЇХ ПОБУДОВИ……. 188

Коломоєць Ірина Василівна, Воронкова Валентина Григорівна. ФЕНОМЕН ЦИФРОВОГО ГУМАНІЗМУ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ ВИМІРИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ……. 190

Нікітенко Віталіна Олександрівна, Воронкова Валентина Григорівна, Кивлюк Ольга Петрівна. СИНЕРГІЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА ЦИФРОВОГО ГУМАНІЗМУ ЯК ЧИННИКИ ГАРМОНІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЛЮДИНИ, ТЕХНОЛОГІЙ І СУСПІЛЬСТВА…….. 194

Олєніченко Володимир Петрович. ІНВЕСТИЦІЙНА ПРИВАБЛИВІСТЬ ЛОГІСТИКИ ЯК СТРАТЕГІЯ ЦИФРОВОГО РОЗВИТКУ ФІНАНСОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ……. 198

Плиска Олег Вікторович, Жук Марія Олександрівна, Оглобліна Вікторія Олександрівна. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ В ЦИФРОВУ ЕПОХУ……. 200

Салікова Анастасія Русланівна, Рижова Ірина Станіславівна. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ СТАНОВЛЕННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЇ ПЛАКАТУ В КОНТЕКСТІ ДИЗАЙНЕРСЬКИХ ПРАКТИК 203

Слюсарь Микита Юрійович. ТРЕНДИ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ У СУЧАСНОМУ СВІТІ: СОЦІАЛЬНО-ФІЛОСОФСЬКІ ВИМІРИ……... 207

Тарасова Надія Миколаївна, Рижова Ірина Станіславівна. КОНЦЕПЦІЯ ФОРМУВАННЯ РОЗВИТКУ АЙДЕНТИКИ В СУЧАСНОМУ БРЕНДИНГУ…….. 210

Федотов Сергій Олександрович. МЕТОДИ АНАЛІЗУ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ У КОНТЕКСТІ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ…… 213

Шевченко Вячеслав Павлович, Хорошун Вікторія Василівна. ЦИФРОВІ СТРАТЕГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ…….. 215

СЕКЦІЯ 6 «ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ: ТЕХНОЛОГІЧНІ, ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ»

Дуюн Олеся Дмитрівна, Хорев Данило Сергійович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ АКТИВНИМИ СПОЖИВАЧАМИ (ПРОЗ'ЮМЕРАМИ)……... 218

Заєць Владислав Денисович, Мосієвич Лариса Василівна. ПЕРЕКЛАД АНГЛОМОВНИХ ТЕРМІНІВ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ……. 222

Закревський Артур Олексійович, Задерновський Микита Сергійович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ МОБІЛЬНОСТІ ЯК СКЛАДОВОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ…….. 224

Іванніков Сергій Валентинович, Христенко Андрій Ігорович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. АНАЛІЗ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ В ПЕРІОД ПОВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ…… 227

Косяк Антон Костянтинович, Сидоренко Анастасія Віталіївна, Світанько Микола Вікторович. РОЗРОБКА МІКРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ ОРІЄТАЦІЇ У ПРОСТОРІ……... 230

Краснокутський Любомир Петрович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЕРЕХІД 2030–2050 – РОЛЬ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ У ПІДВИЩЕННІ СТІЙКОСТІ РЕГІОНІВ... 232

Кужильний Андрій Олександрович, Кравченко Денис Іванович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БІОЕНЕРГЕТИКИ У КОНТЕКСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ…….. 235

Кузнєцов Владислав Андрійович, Арутюнян Ірина Андріївна. ПОШУК ШЛЯХІВ СКОРОЧЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ У ЖИТЛОВИХ БУДІВЛЯХ… 238

Roman Lepekhov, Mykyta Ivchenko, Alina Ayerofieieva. HYDROGEN AS A PROMISING ENERGY SOURCE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF UKRAINE'S ENERGY SECTOR…… 242

Павленко Денис Володимирович, Янченко Дмитро Романович, Світанько Микола Вікторович. РОЗРОБКА ОПТОВОЛОКОННОЇ ЗНЕЗАРАЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ……. 245

Попов Юрій Вікторович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ У ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ (PV) СИСТЕМАХ……... 247

Рибак Олександр Володимирович, Башлій Сергій Вікторович. ПОШИРЕННЯ АВТОНОМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ……. 249

Сидоренко Сергій Сергійович, Єременко Антон Вікторович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. КІБЕРБЕЗПЕКА SMART GRID ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ…… 253

Слободенюк Іван Олексійович, Збіцька Юлія Сергіївна, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ГЕОТЕРМАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ШЛЯХ ДО ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ……... 256

Таранова О.О., Крюковська Л.І. РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ЯК СКЛАДОВА СТРАТЕГІЇ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА (НА ПРИКЛАДІ М. ЗАПОРІЖЖЯ)…….. 259

Тисленко Андрій Олегович, Башлій Сергій Вікторович. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАТЕГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ……. 261

Тихачов Вадим Олександрович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ПІДВИЩЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ОБ'ЄДНАНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАРЯДУ ЕЛЕКТРИЧНИХ АВТОМОБІЛЕЙ……. 263

Тихачов Вадим Олександрович, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ІННОВАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ У XXI СТОЛІТТІ…….. 266

Шевченко Ганна Сергіївна, Єрофєєва Аліна Анатоліївна. ВІТРОВА ЕНЕРГЕТИКА ЯК ЧИННИК ЗМІЦНЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ…….. 269

СЕКЦІЯ 7 «МЕТАЛУРГІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Варченко Дмитро Анатолійович, Карпенко Ганна Володимирівна. ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ ДИСЛОКАЦІЙ У МОНОКРИСТАЛІЧНИХ ЗЛИТКАХ КРЕМНІЮ……. 273

Дорофєєв Ігор Леонідович, Резник Олександр Григорович, Нестеренко Тетяна Миколаївна. УТИЛІЗАЦІЯ АЛЮМІНІЄВИХ ШЛАКІВ……. 276

Іванніков Сергій Валентинович, Нестеренко Тетяна Миколаївна. ТЕХНОЛОГІЇ ВИЛУЧЕННЯ ВАНАДІЮ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ… 278

Крутьєв Микола Іванович, Карпенко Ганна Володимирівна. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА МОНОКРИСТАЛІЧНОГО КРЕМНІЮ…….. 280

Кудальцев Роман Сергійович, Проценко Віктор Максимович. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРОКАТКИ ПРУТКІВ У КЛІТЯХ З БАГАТОВАЛКОВИМИ КАЛІБРАМИ…… 283

Старій Євгеній Вікторович, Іванніков Сергій Валентинович, Нестеренко Тетяна Миколаївна. ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ АВТОМОБІЛЬНОГО БРУХТУ…… 285

Старій Євгеній Вікторович, Нестеренко Тетяна Миколаївна. ТЕХНОЛОГІЇ ПЛАВКИ НЕКОМПАКТНИХ АЛЮМІНІЄВИХ ВІДХОДІВ……. 287

Starodub Dmytro Oleksandrovych, Karpenko Hanna Volodymyrivna. APPLICATION OF ELECTRON BEAM MELTING TO OBTAIN SPECIAL-PURPOSE PRODUCTS……... 289

Яковлєв Дмитро Володимирович, Григор'єв Станіслав Михайлович. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА ГУБЧАСТОГО ФЕРОВОЛЬФРАМУ У ВІДЧИЗНЯНОЇ МЕТАЛУРГІЇ…….. 292

Матеріали представлені у авторській редакції. Автори несуть повну відповідальність за зміст тез, використану літературу, а також добір, точність наведених фактів, цитат, власних імен та інших відомостей.

Оргкомітет конференції.

Коректор Бєлоконь К. В.

МАТЕРІАЛИ

ІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ЗА УЧАСТЮ МОЛОДИХ УЧЕНИХ ТА ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ СУСПІЛЬСТВА У СФЕРАХ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА ЦИВІЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

28-30 жовтня 2025 року

Підписано до друку 23.02.2026. Формат 60х90/16.
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Times.
Умовн. друк. арк. 17,9. Тираж 300 прим. Зам. № 36.

Запорізький національний університет
69011, м. Запоріжжя, МСП-41
вул. Університетська, 66.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 5229 від 11.10.2016.