

*Матеріали Першої обласної науково-практичної конференції молодих науковців до Дня науки в Україні*



**ХЕРСОНСЬКА  
ОБЛАСНА  
ДЕРЖАВНА  
АДМІНІСТРАЦІЯ**



**Збірник матеріалів конференції  
«НАУКА ЯК ОСНОВА РОЗВИТКУ, БЕЗПЕКИ ТА  
НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ – 2026»**

**15 травня 2026 року  
м. Херсон**

## **Організатори конференції:**

Херсонська обласна державна (військова) адміністрація;  
Управління освіти і науки Херсонської обласної державної адміністрації;  
Рада молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;  
Херсонська державна морська академія;  
Херсонський державний університет;  
Херсонський національний технічний університет;  
Херсонський державний аграрно-економічний університет;  
Херсонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;  
Комунальний вищий навчальний заклад «Херсонська академія неперервної освіти»  
Херсонської обласної ради;  
Заклад вищої освіти «Міжнародний університет бізнесу і права»;  
Приватний вищий навчальний заклад «Херсонський економіко-правовий інститут».

## **Програмний комітет конференції:**

### ***Представники Херсонської обласної державної (військової) адміністрації:***

**Прокудін О.С.** – начальник Херсонської обласної військової адміністрації;  
**Ключевський В.І.** – заступник голови Херсонської обласної державної адміністрації;  
**Данилова О.І.** – начальник управління освіти і науки Херсонської обласної державної адміністрації;  
**Мочалюк О.В.** – завідувач сектором професійної, фахової передвищої та вищої освіти управління освіти і науки херсонської обласної державної адміністрації;  
**Сапронов О.О.** – доктор технічних наук, професор Херсонської державної морської академії, голова ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації.

### ***Представники закладів вищої освіти:***

**Богуславський О.А.** – аспірант Херсонського державного університету, заступник голови ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;  
**Гусєв В.М.**, кандидат технічних наук, професор, ректор Херсонської державної морської академії;  
**Жорова І.Я.** – доктор педагогічних наук, професор, в.о. ректора Комунального вищого навчального закладу «Херсонська академія неперервної освіти» Херсонської обласної ради  
**Кирилов Ю.Є.**, доктор економічних наук, професор, ректор Херсонського державного аграрно-економічного університету;  
**Кириченко К.В.** – кандидат технічних наук, доцент Херсонської державної морської академії, член ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;  
**Мандич Т.М.** – доктор філософії (PhD), викладач Херсонського державного університету, заступник голови ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;  
**Ненько С.С.**, кандидат юридичних наук, професор, ректор Закладу вищої освіти «Міжнародний університет бізнесу і права»;  
**Новосолова О.С.** – кандидат економічних наук, доцент Херсонського національного технічного університету секретар ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;  
**Покотилова О.І.**, кандидат економічних наук, доцент, ректор Приватного вищого навчального закладу «Херсонський економічно-правовий інститут»;  
**Рагуля М.Р.** – доктор філософії (PhD), старший викладач Херсонського державного аграрно-економічного університету, член ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації.  
**Семешко О.Я.** – доктор технічних наук, професор Херсонського національного технічного університету, член ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;  
**Співаковський О.В.**, доктор педагогічних наук, професор, ректор Херсонського

державного університету;

**Чепелюк О.В.**, доктор технічних наук, професор, ректор Херсонського національного технічного університету.

### **Організаційний комітет:**

**Голова: Сапронов О.О.** – доктор технічних наук, професор Херсонської державної морської академії, голова ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;

**Заступник голови: Мандич Т.М.** – доктор філософії (PhD), викладач Херсонського державного університету, заступник голови ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації;

**Секретар організаційного комітету: Калініченко І.В.** – кандидат технічних наук, доцент Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

### **Члени організаційного комітету:**

**Жорова І. Я.** – доктор педагогічних наук, професор, в.о. ректора Комунального вищого навчального закладу «Херсонська академія неперервної освіти» Херсонської обласної ради;

**Клименко О.М.** – кандидат педагогічних наук, проректор з навчально-методичної роботи Комунального вищого навчального закладу «Херсонська академія неперервної освіти» Херсонської обласної ради;

**Дрозд О. В.** – кандидат технічних наук, доцент, в.о. директора Херсонського навчально-наукового інституту Національного університету кораблебудування імені Адмірала Макарова

**Мочалюк О.В.** – завідувач сектором професійної, фахової передвищої та вищої освіти управління освіти і науки Херсонської обласної державної адміністрації;

*За достовірність викладених результатів досліджень, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.*

У збірнику представлено матеріали Першої обласної науково-практичної конференції молодих науковців до Дня науки в Україні, яка відбулася у м. Херсон, 15 травня 2026 р. і була присвячена аналізу та узагальненню сучасних теоретичних і прикладних результатів наукових досліджень молодих вчених, спрямованих на забезпечення сталого розвитку, підвищення рівня безпеки та зміцнення незалежності держави на основі інноваційних рішень і міждисциплінарного підходу.

Матеріали збірника розраховані на викладачів, аспірантів, студентів вищих навчальних закладів, фахівців науково-дослідних установ та підприємств.

Наука як основа розвитку, безпеки та незалежності України – 2026 [Збірник матеріалів Першої обласної науково-практичної конференції молодих науковців до Дня науки в Україні (15 травня 2026 р., м. Херсон)]. – Херсон: Управління освіти і науки Херсонської обласної державної адміністрації, 2026. – 102 с.

# ПЕРЕДМОВА

Шановні колеги!

Раді повідомити про успішне проведення Першої обласної науково-практичної конференції молодих науковців до Дня науки в Україні «Наука як основа розвитку, безпеки та незалежності України – 2026», яка відбулася 15 травня 2026 року у місті Херсоні. У збірнику представлено матеріали конференції, присвячені аналізу та узагальненню сучасних теоретичних і прикладних результатів наукових досліджень молодих учених, спрямованих на забезпечення сталого розвитку, підвищення рівня безпеки та зміцнення незалежності держави на основі інноваційних рішень і міждисциплінарного підходу.

Організаторами конференції виступили Херсонська обласна державна (військова) адміністрація, Управління освіти і науки Херсонської обласної державної адміністрації, Рада молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації, а також провідні заклади вищої освіти Херсонщини. Проведення конференції є важливим майданчиком для наукового діалогу, обговорення актуальних викликів сучасності та представлення результатів досліджень молодих науковців у різних галузях науки.

Основною метою конференції є підтримка молодих учених, розвиток наукового потенціалу регіону, сприяння інтеграції науки, освіти та практики, а також формування сучасного наукового середовища, здатного відповідати на виклики сьогодення. Особлива увага приділялася питанням інноваційного розвитку держави, науково-технічної безпеки, цифрової трансформації, екологічної стійкості, розвитку транспортної, морської, аграрної, економічної, правової та гуманітарної сфер.

У межах конференції було організовано роботу за різними напрямками:

- сучасні проблеми та перспективи розвитку інженерії та технологій,
- інноваційні рішення у транспортній галузі та логістичних системах;
- цифровізація, інформаційні технології та кібербезпека;
- розвиток освіти, науки та підготовки кадрів;
- аграрні технології та продовольча безпека;
- забезпечення національної та техногенної безпеки;
- міждисциплінарні дослідження як основа сталого розвитку.

Учасники конференції мали можливість представити результати власних наукових робіт, обмінятися досвідом, налагодити професійні контакти та визначити перспективні напрями подальших досліджень.

Проведення конференції в умовах воєнного стану є свідченням незламності української науки, прагнення наукової спільноти до розвитку та збереження інтелектуального потенціалу держави. Незважаючи на складні умови сьогодення, молоді науковці продовжують активно працювати над вирішенням актуальних проблем, спрямованих на відновлення, безпеку та майбутній розвиток України.

Матеріали збірника розраховані на викладачів, аспірантів, студентів закладів вищої освіти, науковців, фахівців науково-дослідних установ, представників підприємств та всіх, хто цікавиться сучасними тенденціями розвитку науки й інновацій.

Організаційний комітет щиро дякує всім учасникам конференції, авторам наукових доповідей, членам програмного та організаційного комітетів за активну участь, співпрацю та підтримку проведення конференції.

Бажаємо всім учасникам нових наукових звершень, творчого натхнення, професійного розвитку та подальших успіхів у науковій діяльності!

**З повагою, Організаційний комітет конференції.**

## Вступне слово до науковців, привітання з Днем науки 2026 року



**Олександр ПРОКУДІН**

**Начальник Херсонської  
обласної військової  
адміністрації**

Сьогодні українська наука – важлива частина оборони нашої держави. Адже саме завдяки таланту й роботі науковців та інженерів Україна має сучасні безпілотики, роботизовані комплекси, підводні дрони та багато інших технологій,

які допомагають нашим воїнам знищувати ворога.

Так само їхні знання, ідеї та сучасне бачення потрібні Україні для майбутньої відбудови. Бо саме наука допомагатиме відновлювати економіку, інфраструктуру, екологію, освітню та соціальну сфери.

Особливо важливе це питання для Херсонщини – регіону, який сильно постраждав через російське вторгнення. Росіяни щодня атакують наші громади дронами та артилерією, руйнують освітні й наукові заклади. Але їм не вдасться знищити науковий потенціал Херсонщини.

Попри всі виклики, за час великої війни у херсонських закладах вищої освіти вже відбулося 54 захисти дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії у різних галузях знань.

І за кожною такою роботою – люди, які вже сьогодні шукають рішення для відновлення регіону та готують молодь, яка завтра розвиватиме наші громади.

Привітав науковців Херсонщини з професійним святом та вручив відзнаки. Подякував за їхню важливу роботу для нашої області та всієї країни. Певен, про здобутки херсонських науковців ще знатимуть далеко за межами нашої держави.

## Вступне слово до науковців, привітання з Днем науки 2026 року



### Олександр СПИВАКОВСЬКИЙ

Доктор педагогічних наук,  
професор, депутат Херсонської  
обласної ради, голова постійної  
комісії з питань розвитку людського  
капіталу, міжнаціональних  
відносин, науки, культури, фізичної  
культури і спорту, освіти і свободи  
слова та інтелектуальної власності,  
ректор Херсонського державного  
університету

Дорога Херсонщино!  
Шановні науковці, освітяни, молоді вчені!  
Дорогі друзі!  
Сьогодні я маю честь говорити не лише від імені Херсонського державного університету. Сьогодні я виступаю від імені всієї університетської спільноти Херсонщини.  
І насамперед хочу сказати:  
Херсонщина жива.  
Херсонщина думає.  
Херсонщина навчає.  
Херсонщина досліджує.  
Херсонщина тримається.  
Попри війну.  
Попри окупацію.  
Попри втрати й руйнування.  
Сьогодні наша область переживає один із найважчих періодів своєї історії.  
Але навіть у цих умовах ми бачимо надзвичайно важливу річ:  
Херсонщина не втратила свого інтелектуального стрижня.  
Наші університети продовжують працювати.  
Наші викладачі продовжують навчати.  
Наші молоді науковці продовжують досліджувати.  
Наші студенти продовжують вірити у своє майбутнє в Україні.  
І саме це є справжньою перемогою над темрявою.  
Сьогодні наука для нас — це вже не лише про дисертації чи публікації.  
Сьогодні наука — це про виживання держави.  
Про її безпеку.  
Про її незалежність.  
Про її здатність відновитися після війни.  
Саме тому тема конференції «Наука як основа розвитку, безпеки та незалежності України – 2026» сьогодні звучить як стратегія майбутнього.  
І дуже символічно, що сьогодні разом усі заклади вищої освіти Херсонщини.  
Морська академія.  
Аграрний університет.  
Технічний університет.  
Херсонський державний університет.  
Освітні та наукові установи.



## Молоді науковці Херсонщини як драйвер у розбудові країни

Від імені Ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації хочу привітати всіх із Днем науки в Україні — святом людей, які своєю щоденною працею формують інтелектуальний фундамент держави, забезпечують її розвиток, безпеку та майбутнє.

Сьогодні українська наука працює в надзвичайно складних умовах. Повномасштабна війна поставила перед науковою спільнотою нові виклики, це руйнування інфраструктури, вимушене переміщення закладів освіти та наукових установ, обмежений доступ до сучасного обладнання. Проте навіть за таких умов українські вчені продовжують працювати, створювати нові технології, здійснювати дослідження та представляти Україну у світовому науковому просторі.

Особливо важливо відзначити роль молодих науковців. Саме молодь сьогодні є не лише майбутнім науки, а її активною рушійною силою вже зараз. Молоді вчені Херсонщини демонструють приклад професійної стійкості, адаптивності та відповідальності перед державою. Попри всі труднощі, наші аспіранти, молоді викладачі та дослідники продовжують виконувати наукові проєкти, публікувати результати досліджень у міжнародних виданнях, брати участь у грантових програмах, конференціях та реалізовувати свої розробки для потреб держави. Сьогодні наука стає одним із ключових інструментів післявоєнного відновлення України. І саме наукова спільнота повинна стати одним із драйверів формування нової моделі відновлення та розвитку регіону.

Країни, які інвестують у науку, інвестують у власну безпеку, економіку та технологічну незалежність.

Окремо хочу наголосити на важливості підтримки молодих учених з боку держави та регіональної влади. Для молоді надзвичайно важливо бачити перспективу власного професійного розвитку саме в Україні. Це і грантові програми, і підтримка молодіжних наукових проєктів, і забезпечення академічної мобільності, і створення сучасної дослідницької інфраструктури, що власне сьогодні є пріоритетом і досить потужно розвивається.

Сьогодні Рада молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації продовжує працювати над консолідацією наукової молоді регіону, розвитком міжуніверситетської співпраці, залученням молодих учених до реалізації регіональних і міжнародних проєктів, а також популяризацією науки серед студентської молоді.

Отже, у День науки України хочу побажати всім нам миру, витримки, професійного натхнення та нових наукових здобутків. Нехай українська наука й надалі залишається потужною інтелектуальною основою розвитку, безпеки та незалежності нашої держави.

***З повагою, доктор технічних наук, професор, голова ради молодих вчених при Херсонській обласній державній адміністрації, Олександр САПРОНОВ***



## Основна частина науково-практичної конференції



**Модератор:**

**Олена ДАНИЛОВА**

Начальник управління освіти і науки Херсонської обласної державної адміністрації

### **Напрямки роботи конференції:**

**Секція № 1** Сучасні проблеми та перспективи розвитку інженерії та технологій,

**Секція № 2** Інноваційні рішення у транспортній галузі та логістичних системах;

**Секція № 3** Цифровізація, інформаційні технології та кібербезпека;

**Секція № 4** Розвиток освіти, науки та підготовки кадрів;

**Секція № 5** Аграрні технології та продовольча безпека;

**Секція № 6** Забезпечення національної та техногенної безпеки;

**Секція № 7** Міждисциплінарні дослідження як основа сталого розвитку.

## Секція № 1 Сучасні проблеми та перспективи розвитку інженерії та технологій

### ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

<sup>1</sup>Сапронов О.О., доктор технічних наук, професор

<sup>1</sup>Соценко В.В., доктор філософії (PhD), доцент

<sup>1</sup>Браїло М.В., кандидат технічних наук, доцент

<sup>2</sup>Біщак Р.Т., кандидат технічних наук, доцент

Херсонська державна морська академія, Україна

<sup>2</sup>Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Вступ.** Післявоєнне відновлення інженерної інфраструктури Південного регіону України потребує впровадження сучасних технологій оцінювання технічного стану конструкцій та розроблення новітніх матеріалів для їх ремонту. Особливої актуальності це набуває для магістральних газо- та нафтопроводів, гідротехнічних споруд і технологічного обладнання, експлуатація яких супроводжується впливом агресивних середовищ, циклічних навантажень та корозійно-механічної деградації матеріалів [1, 2].

Метою дослідження є розроблення комплексного підходу до підвищення надійності інженерної інфраструктури шляхом поєднання алгоритмів автоматизованого діагностування технічного стану поверхонь із застосуванням новітніх полімерних матеріалів для антикорозійного захисту та ремонту пошкоджених ділянок конструкцій.

**Результати досліджень.** Реалізація поставленої мети передбачає комплексне виконання теоретичних та експериментальних досліджень, спрямованих на розроблення алгоритмів автоматизованого діагностування технічного стану поверхонь інженерної інфраструктури та створення новітніх полімерних матеріалів для антикорозійного захисту і ремонту пошкоджених конструкцій. Дослідження виконуються у співпраці науковців Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу та Херсонської державної морської академії. У межах проекту науковцями Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу розробляється методологія інтелектуального оцінювання технічного стану поверхонь трубопроводного транспорту з використанням оптико-цифрових методів моніторингу, алгоритмів цифрового аналізу зображень та моделей машинного навчання. Подібний підхід дозволить здійснювати раннє виявлення втомних тріщин, корозійних пошкоджень, пітингу та інших дефектів поверхневого шару металу. Для оцінювання деградаційних процесів передбачено використання структурно-ієрархічного підходу, що базується на аналізі деформаційного рельєфу поверхні та реконструкції 3D-зображень зламів матеріалів. Це забезпечить можливість прогнозування розвитку дефектів та переходу від періодичного контролю до системи прогнозованого технічного обслуговування об'єктів критичної інфраструктури.

Окремим напрямом досліджень науковців Херсонської державної морської академії є розроблення модифікованих епоксидних композитів і полімерних бандажних систем, призначених для відновлення працездатності магістральних трубопроводів без виведення їх з експлуатації. Для цього проведено комплексні дослідження адгезійних, фізико-механічних, теплофізичних і корозійних характеристик полімерних матеріалів. Для дослідження структури полімерних матеріалів використано сучасні методи аналізу, зокрема ІЧ-спектральний аналіз, ДТА- і ТГА-аналіз, імпедансну спектроскопію та електронну мікроскопію. Це дозволяє аналізувати механізми фізико-хімічної взаємодії епоксидного зв'язувача з різнодисперсними добавками.

На основі проведених термогравіметричних досліджень (ДТА-, ТГА- аналіз) встановлено, що введення у епоксидну матрицю бідисперсної системи функціональних наповнювачів у вигляді триметоприму (10 мас.ч.) та нанодисперсної фулерено-сажової суміші (0,050 мас.ч.) забезпечує підвищення температури початку термічної деструкції на 47–55 К порівняно з немодифікованою матрицею, а також збільшення енергії активації термічного руйнування до  $E_a = 175$  кДж/моль. З використанням сучасних методів дослідження (ширококутова рентгенографія, ІЧ-спектральний, ДТА-, ТГА- аналіз), встановлено що підвищення теплофізичних характеристик полімерних композитів зумовлене формуванням гібридної структури, яка реалізується за рахунок сукупної дії бар'єрного ефекту нанонаповнювача, додаткового хімічного зшивання полімерної сітки та фізичної  $\pi$ - $\pi$ -взаємодії між ароматичними структурами модифікатора і графітоподібною поверхнею наночастинок. Це забезпечує зниження сегментальної рухливості макромолекул, підвищення щільності зшивання полімерної матриці та формування ефективного дифузійного бар'єру. Встановлені закономірності фізико-хімічної взаємодії компонентів полімерної матриці та формування гібридної наноструктурованої системи свідчать про можливість цілеспрямованого керування процесами структуроутворення епоксидних композитів залежно від умов їх експлуатації. Формування щільної зшитої полімерної сітки та бар'єрної структури сприяє обмеженню дифузії агресивних компонентів, зниженню інтенсивності термоокиснювальної деструкції та стабілізації фізико-механічних характеристик матеріалу в умовах впливу температури.

Не менш важливим напрямом досліджень є оцінювання корозійної стійкості розроблених полімерних матеріалів в умовах дії агресивних середовищ, характерних для експлуатації магістральних трубопроводів. Встановлено, що формування наноструктурованої бар'єрної системи забезпечує обмеження проникнення електролітів і корозійно-активних компонентів у внутрішні шари полімерної матриці, що сприяє стабілізації електрофізичних параметрів (питомий опір і питома ємність) покриттів та підвищенню їх захисних властивостей. При цьому зниження проникності полімеру для вологи, кисню та іонів агресивних середовищ забезпечує уповільнення розвитку підплівкової корозії та деградаційних процесів на межі «метал–покриття».

Таким чином, комплексне поєднання теплофізичної стабільності і корозійної тривкості розроблених епоксидних композитів створює передумови для їх використання у складі полімерних бандажних систем і захисних покриттів трубопровідного транспорту. Це, у свою чергу, дозволяє зменшити швидкість деградації металу, підвищити ресурс експлуатації трубопровідних систем та знизити ризики виникнення аварійних ситуацій.

**Висновки.** Запропоновано комплексний підхід до підвищення надійності інженерної інфраструктури Південного регіону, який базується на поєднанні алгоритмів інтелектуального діагностування технічного стану поверхонь із застосуванням новітніх полімерних матеріалів для антикорозійного захисту та ремонту конструкцій. Реалізація проекту дозволить створити науково-технічне підґрунтя для переходу до концепції Smart Maintenance у сфері експлуатації об'єктів критичної інфраструктури, забезпечити підвищення безпеки, енергоефективності та довговічності трубопровідних систем України.

*Роботу виконано за фінансової підтримки гранту Національного фонду досліджень України («Підвищення надійності обладнання газо-нафтотранспортного комплексу шляхом впровадження алгоритмів діагностування їх технічного стану та застосування новітніх полімерних матеріалів»). Реєстраційний номер проекту 2025.07/0008).*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Mahdi E., Eltai E., Development of cost-effective composite repair system for oil/gas pipelines. *Composite Structures*. 2018. 202. P. 802-806.
2. Benjami A.C., Freire J.L.F., Vieira R.D. Applications of Experimental Techniques in the Field of Pipeline Integrity Series - Part 6: Analysis of pipeline containing interacting corrosion defects. *Experimental Techniques*. 2007. 31(3). P. 74-82.

# **WATER PURIFICATION UNDER THE ENVIRONMENTAL CHALLENGES OF UKRAINE: BIOCHAR AND FUNCTIONALIZED SILICA ADSORBENTS**

Semeshko O.<sup>1,2</sup>, Dr.Sc., Senior Researcher

Stoliarchuk N.<sup>3</sup>, Mgr.

Tomina V.<sup>3</sup>, Mgr.

Melnyk I.<sup>2</sup>, PhD., Senior Researcher

<sup>1</sup>Kherson National Technical University, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Geotechnics of the Slovak Academy of Sciences, Slovak Republic

<sup>3</sup>Chuiko Institute of Surface Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine

Ukraine possesses significant natural and ecological potential and plays an important role in maintaining European biodiversity. The country contains approximately 35% of Europe's biodiversity and includes more than 70,000 species of flora and fauna. Around 29% of the territory is covered by natural vegetation, while forests occupy nearly 16% of the land area. The Ukrainian Carpathians, which comprise approximately 11% of the entire Carpathian region, contain nearly one-third of all European plant species. Ukraine is also characterised by extensive water resources, including nearly 63,000 rivers, among which the Dnipro River is the fourth-longest in Europe and one of the continent's major freshwater reservoirs [1-4].

However, despite its rich natural resources, Ukraine currently faces severe environmental challenges caused by military aggression and large-scale warfare. Military activities have led not only to devastating human losses and destruction of infrastructure but also to long-term environmental contamination affecting all components of ecosystems. Modern warfare creates complex ecological threats through mechanical destruction, chemical contamination, and biological pollution. Heavy military equipment, explosions, damaged industrial facilities, and destroyed infrastructure contribute to the release of hazardous compounds into the environment. Petroleum products, toxic residues from military machinery, combustion by-products, and explosive materials accumulate in soils and aquatic systems, significantly worsening environmental quality.

One of the major environmental concerns associated with military actions is the contamination of soils and water bodies by heavy metals originating from ammunition fragments and military debris. These toxic elements can migrate through ecosystems and enter food chains, causing long-term ecological and health risks. Explosions also release acidic and toxic compounds that alter soil chemistry and water composition. In addition, biological contamination associated with spontaneous burial sites and destroyed sanitary systems further aggravates environmental conditions. Consequently, military activities generate a multifactorial and long-lasting negative impact on ecosystems and significantly threaten environmental safety in Ukraine.

The contamination of water resources represents one of the most critical environmental problems. Soil and groundwater systems are interconnected; therefore, soil contamination inevitably affects both surface and underground water quality. Even before the war, Ukraine was considered a country with limited freshwater availability. Today, the destruction of water supply systems, hydraulic structures, and treatment facilities has further complicated access to safe drinking water for millions of people. Under such conditions, the development of effective and environmentally friendly technologies for water purification becomes extremely important.

Adsorption technologies are considered among the most promising approaches for removing pollutants from contaminated water due to their simplicity, efficiency, and relatively low cost. In recent years, considerable attention has been devoted to the development of sustainable adsorbents derived from renewable or waste materials. Agricultural waste is especially attractive because it is inexpensive, abundant, and environmentally safe. Ukraine possesses significant agricultural potential, including viticulture. Approximately 44,000 hectares of vineyards are concentrated

mainly in the Odesa, Mykolaiv, Kherson, Zakarpattia, and Zaporizhzhia regions. Every year, vineyard maintenance generates thousands of tons of grapevine pruning residues, which are often underutilised or discarded [5-10].

In this study, grapevine waste was proposed as a precursor for the synthesis of biochar intended for water purification applications. Biochar is a carbon-rich porous material obtained through the pyrolysis of biomass under oxygen-limited conditions. The pyrolysis process results in the formation of a highly porous structure with a large specific surface area and numerous functional groups on the material surface. These characteristics make biochar an efficient adsorbent for various contaminants.

The obtained grapevine biochar demonstrated significant adsorption potential toward different classes of pollutants. The material effectively adsorbs water vapour and organic compounds due to its developed porous structure and surface chemistry. Furthermore, the biochar exhibited high sorption capacity toward heavy metal ions, which are among the most hazardous contaminants in aquatic environments. The adsorption process is promoted by electrostatic interactions, ion exchange, and complexation mechanisms involving oxygen-containing surface functional groups.

Special attention was devoted to the removal of pharmaceutical contaminants from water. Pharmaceutical residues are emerging pollutants that increasingly occur in aquatic ecosystems due to industrial discharge, hospital wastewater, and insufficient treatment processes. Many pharmaceutical compounds exhibit toxic effects on aquatic organisms and may accumulate in the environment. In this research, grapevine-derived biochar showed high efficiency in the adsorption of doxorubicin, an anticancer pharmaceutical compound known for its toxicity and persistence. The obtained results confirmed the suitability of biochar for removing complex organic pollutants from aqueous systems.

An additional advantage of biochar materials is the possibility of targeted surface modification aimed at improving adsorption selectivity and capacity. Surface engineering allows the introduction of specific functional groups capable of interacting selectively with particular contaminants. Therefore, biochar represents not only a sustainable but also a highly versatile platform for environmental remediation technologies.

Besides carbon-based adsorbents, functionalized silica materials were synthesised and investigated in this work. Silica nanoparticles obtained from quartz were modified using amino-containing silane compounds to create hybrid adsorbents with enhanced affinity toward metal ions. Functionalized silica materials are widely studied because of their chemical stability, tunable surface properties, and high mechanical strength.

The synthesised amino-functionalized silica adsorbents demonstrated increased sorption efficiency toward rare earth elements, particularly lanthanum, cerium, and europium ions. Rare earth elements are extensively used in modern electronics, renewable energy systems, catalysts, and military technologies. As a result, their release into the environment is continuously increasing. Although rare earth metals are often present in low concentrations, their accumulation in ecosystems may lead to toxic effects and environmental imbalance. Therefore, the development of selective adsorbents for their removal is highly relevant.

The adsorption performance of amino-functionalized silica is primarily associated with the formation of coordination bonds between amino groups and metal ions. Surface functionalization significantly improves the selectivity and adsorption capacity of silica-based materials compared with unmodified silica. The obtained results demonstrate that such adsorbents may be effectively used for the purification of industrial wastewater and contaminated natural waters.

In addition to amino-functionalized materials, silica adsorbents containing mercapto groups on the surface were synthesized. Mercapto-functionalized adsorbents exhibited excellent adsorption properties toward arsenic(III) ions. Arsenic contamination is considered one of the most dangerous environmental problems worldwide because arsenic compounds are highly toxic and carcinogenic even at low concentrations. The removal of arsenic from water remains a major challenge for environmental engineering and public health protection.

The high efficiency of mercapto-functionalized silica in arsenic removal is associated with the strong affinity of sulfur-containing groups toward arsenic species. These interactions facilitate selective adsorption and improve purification performance. Consequently, the developed adsorbents can be regarded as promising materials for advanced water treatment technologies.

Overall, the conducted research demonstrated that both grapevine-derived biochar and functionalized silica materials possess high potential for removing a broad spectrum of environmental pollutants from aqueous systems. The proposed adsorbents combine several important advantages, including availability of raw materials, environmental safety, relatively simple synthesis procedures, and high adsorption efficiency. Moreover, the utilisation of agricultural waste contributes to sustainable resource management and supports circular economy principles.

The obtained results highlight the importance of developing innovative adsorption materials for environmental remediation under current ecological challenges in Ukraine. Effective purification of water resources is essential not only for environmental protection but also for public health, ecological recovery, and sustainable development. The implementation of advanced adsorbent technologies may significantly contribute to improving water quality and strengthening environmental security in regions affected by anthropogenic and military impacts.

The research was supported by the Recovery and Resilience Plan for Slovakia (09I03-03-V04-00708), VEGA 2/0138/24, and HORIZON-MSCA-2022-SE-01 (CLEANWATER, 101131382).

## LITERATURE

1. Siipola V, Pflugmacher S, Romar H, Wendling L, Koukkari P. Low-Cost Biochar Adsorbents for Water Purification Including Microplastics Removal. *Applied Sciences*. 2020; 10(3):788.
2. Mohan D., Sarswat A., Ok Y.S., Pittman C.U. Organic and inorganic contaminants removal from water with biochar, a renewable, low cost and sustainable adsorbent—A critical review. *Bioresour. Technol.* 2014, 160, P. 191–202.
3. Ahmed M.B., Zhou J.L., Ngo H.H., Guo W., Chen M. Progress in the preparation and application of modified biochar for improved contaminant removal from water and wastewater. *Bioresour. Technol.* 2016. 214. P. 836–851.
4. Plavan V., Lyashok I., Tarasenko N., Valeika Virgilijus. Development of sorption methods for water purification in the context of overcoming the consequences of military actions in Ukraine. *Ecological Sciences*. 2025. P. 148-153.
5. Arkhypova V., Volkova V., Hruzdieva O. Problems of natural waters in ukraine and ways to their solution. *SWorldJournal*. 2025. 2(33-02). P. 280–293.
6. Grechanik S.V., Klymenko N.A., Bunetskyi V.A. et al. Production of Activated Biochar from Wood Raw Materials for Water Treatment and Water Purification Applications. *J. Water Chem. Technol.* 2024. 46. P. 512–523.
7. Hagemann N., Schmidt H.-P., Kägi R., Böhler M., Sigmund G., Maccagnan A., Mc Ardell C.S., and Bucheli T.D., Wood-based activated biochar to eliminate organic micropollutants from biologically treated wastewater, *Sci. Total Environ.* 2020, 730, P. 138417.
8. Dias J.M., Alvim-Ferraz M.C.M., Almeida M.F., Rivera-Utrilla J., Sánchez-Polo M. Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment: A review. *J. Environ. Manag.* 2007. 85. P. 833–846.
9. Munera-Echeverri J.L., Martinsen V., Strand L.T., Zivanovic V., Cornelissen G., Mulder J. Cation exchange capacity of biochar: An urgent method modification. *Sci. Total Environ.* 2018, 642, 190–197.
10. Castiglioni M., Rivoira L., Ingrando I., Del Bubba M., Bruzzoniti M.C. Characterization Techniques as Supporting Tools for the Interpretation of Biochar Adsorption Efficiency in Water Treatment: A Critical Review. *Molecules*. 2021. 26(16):5063.

# ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛІМЕР-МОДИФІКОВАНОГО БЕТОНУ НАНОДИСПЕРСНИМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Сапронова А.В., доктор філософії  
Воробйов П.О., доктор філософії  
Фостик П.П., аспірант  
Херсонська державна морська академія

**Вступ.** Бойові дії спричинили масштабні руйнування портової, мостової та гідротехнічної інфраструктури Херсонської та суміжних областей. Відновлення цих об'єктів потребує матеріалів із високою довговічністю в агресивних прибережних середовищах за умов мінімізації термінів виконання ремонтних робіт. Традиційні цементні бетони не відповідають цим вимогам за показниками хлоридної проникності та втомної витривалості, що зумовлює пошук ефективних модифікуючих систем на основі полімерних в'язучих і нанодисперсних наповнювачів. Додатковим фактором деградації таких конструкцій є поєднаний вплив циклічних механічних навантажень, підвищеної вологості та дії солевмісних середовищ, що прискорює розвиток мікротріщин і корозійних процесів у приповерхневих шарах бетону. За таких умов особливого значення набуває забезпечення високої адгезійної міцності ремонтного шару з існуючою бетонною основою, оскільки саме міжфазова границя є найбільш вразливою ділянкою композиційної системи. Окрім того, застосування нанодисперсних модифікаторів дозволяє цілеспрямовано регулювати процеси структуроутворення полімербетонів та підвищувати щільність їх мікроструктури. Отже, у даній роботі пріоритетним критерієм ефективності ремонтного покриття визначено адгезійну міцність з'єднання полімер-модифікованого бетону зі старою бетонною конструкцією, що дозволяє встановити кількісні залежності між типом і концентрацією нанодобавки та міцністю міжфазної границі [1-4].

**Результати досліджень.** На підставі систематизованого аналізу публікацій останніх десяти років досліджено номенклатуру нанодисперсних модифікаторів та їх концентрації у матричних матеріалах. Для системного порівняння добавки розглянуто у двох групах: оксидні неорганічні наповнювачі та вуглецеві наноматеріали, причому ефективність кожного модифікатора суттєво залежить від його дисперсності, концентрації та характеру синергічної взаємодії з полімерною складовою матриці.

Серед оксидних наповнювачів найширше дослідженим є нанокремнезем ( $n\text{-SiO}_2$ ): при вмісті 3 % за масою він забезпечує зростання міцності на стискання до 40,5 МПа та критичне зниження хлоридної проникності (за ASTM C1202) [1]. Наноглина (монтморилоніт) створює ефективний бар'єр для дифузії агресивних іонів завдяки шаруватій кристалічній структурі, підвищує гідрофобність і знижує водопоглинання [2]. Оксид алюмінію ( $n\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) при оптимальному вмісті 1,75 % підвищує модуль пружності при згинанні на 29 % та суттєво покращує ударну в'язкість [3], тоді як оксид титану ( $n\text{-TiO}_2$ ) підвищує втомну витривалість бетону й надає покриттю фотокаталітичні властивості [4]. Графенові нанопластики (GNP) за вмісту 0,15-0,3 % підвищують міцність на розтяг при згині в 1,2 раза, а графенові квантові точки додатково стимулюють нуклеацію гелю C-S-H, знижуючи загальну пористість матриці на 10,9 % [5]. Таким чином, вуглецеві наноматеріали діють одночасно на рівні армування та ущільнення мікроструктури, що принципово відрізняє їх від переважно заповнювального механізму дії оксидних добавок.

У системах із епоксидною або акриловою матрицею та комбінацією зазначених наповнювачів виявлено синергічну взаємодію: модуль пружності при згинанні зростає з 2,90 до 3,67 ГПа, ударна в'язкість – з 7,0 до 12,8 кДж/м<sup>2</sup>, а границя міцності при згинанні досягає 87,7 МПа [6-12]. Поєднання цих характеристик визначає придатність матеріалу для тонкошарових ремонтних покриттів завтовшки 10-25 мм на мостових деках і причальних спорудах. За результатами огляду сформовано програму лабораторного дослідження, що передбачає виготовлення з'єднань «старий бетон – полімер-модифікований бетон» з різними комбінаціями нанодобавок та їх механічні випробування на стискання, розтяг і згин, оцінювання корозійної тривкості з'єднань і порівняльний аналіз із контрольними

зразками; кількісні критерії прийнятності результатів визначатимуться на підставі чинних нормативних документів.

**Висновки.** Систематизований аналіз літератури підтверджує, що нанодисперсні добавки (n-SiO<sub>2</sub>, наноглина, n-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, n-TiO<sub>2</sub>, GNP) у складі полімер-модифікованих бетонів забезпечують суттєве підвищення міцнісних, бар'єрних і динамічних характеристик матеріалу порівняно з немодифікованими аналогами, причому механізми їх дії принципово відрізняються залежно від хімічної природи наповнювача.

Визначено пріоритетні концентраційні діапазони (n-SiO<sub>2</sub> – 3 %, n-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,75 %, GNP – 0,15-0,3 %) та синергічні комбінації модифікаторів, найбільш перспективні для відновлення транспортної інфраструктури приморських регіонів.

Сформовано програму лабораторного дослідження, спрямовану на експериментальну верифікацію виявлених закономірностей з урахуванням нормативних вимог до ремонтних матеріалів.

*Роботу виконано за рахунок коштів гранту Президента України, наданого Національним фондом досліджень України («Створення полімерних покриттів призначених для захисту і післявоєнного відновлення поверхонь промислових об'єктів та інженерних споруд»). Реєстраційний номер проєкту 2025.05/0003).*

## ЛІТЕРАТУРА

1. Saprnov O., Buketov A., Saprnova L., Vorobiov P. Development of epoxy composites resistant to impact loads. Advanced polymer materials and technologies: recent trends and current priorities: multi-authored monograph / edited by V. Levytskyi, V. Plavan, V. Skorokhoda, V. Khomenko. Lviv: Lviv Polytechnic National University. 2022. P.41-47.
2. Сапронов О.О., Букетов А.В., Клевцов К.М., Сапронова А.В., Соценко В.В., Редько О.І. Антикоровий захист засобів річкового і морського транспорту полімеркомпозитними покриттями: монографія. Херсон : ХДМА. 2024. 130 с.
3. Сапронов О.О., Букетов А.В., Воробйов П.О., Шарко О.В., Клевцов К.М., Сапронова А.В., Соценко В.В., Житник Д.В., Алексенко В.Л. Епоксикомпозитні матеріали функціонального призначення для водного транспорту: монографія. Херсон: ХДМА. 2025. 112 с.
4. Panda A, Dyadyura K, Valíček J, Harničárová M, Kušnerová M, Ivakhniuk T, et. all. Ecotoxicity Study of New Composite Materials Based on Epoxy Matrix DER-331 Filled with Biocides Used for Industrial Applications. Polymers. 2022. 14(16):3275.
5. Buketov A., Saprnov O., Klevtsov K., Kim B. Functional Polymer Nanocomposites with Increased Anticorrosion Properties and Wear Resistance for Water Transport. Polymers. 2023: 15: 3449.
6. Babalu R., Pimplikar S.S. “Influence of nano silica on durability properties of concrete.” Innovative Infrastructure Solutions. 2022. 7. P.1-9.
7. Abiodun B., Bahraq A.A., Moin M., Ojelade O.A. Polymer-enhanced concrete: A comprehensive review of innovations and pathways for resilient and sustainable materials. Materials. 2024. 4. P.1-11.
8. Arefi M., Javeri M., Mollaahmadi E. To study the effect of adding Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Nanoparticle on the mechanical properties and microstructure of cementmortar. Life Sci. J. 2011. 8. P. 613–617.
9. Nazari A., Riahi S. Retraction Note: TiO<sub>2</sub> nanoparticles' effects on properties of concrete using ground granulated blast furnace slag as binder. Sci. China Technol. Sci. 2021. 64, 2066.
10. Ezzatollah S., Basquiroto de Souza F., Yao X., Benhelal E., Akbari A., Duan W.H. “Graphene-based nanosheets for stronger and more durable concrete: A review.” Construction and Building Materials. 2018.
11. Saprnov O.O., Demchenko V.L., Sharanov V.D., et. all. Investigation of properties and structure of polymer coatings based on epoxy polymer and trimethoprim. Functional Materials. 2025. 32 (4). P. 578-585.
12. Buketov, A., Smetankin, S., Maruschak, P., Yurenin, K., Saprnov, O.A. et. all. New black-filled epoxy coatings for repairing surface of equipment of marine ships. Transport. 2020. 35(6), P. 679-690.

# ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА МОРФОЛОГІЇ НАНОВОЛОКОН ПММА, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОФОРМУВАННЯ

Горохов І.В., аспірант  
Херсонський національний технічний університет, Україна

**Вступ.** Електроформування визнано одним із найефективніших методів виробництва нетканих волоконних матеріалів порядку кількох сотень нанометрів, які отримують у результаті електричного заряджання зваженої краплі полімерного розчину чи розплаву. На рис. 1 показано базову конфігурацію системи електроформування, яка складається з трьох основних компонентів: високовольтного джерела живлення, фільтри (наприклад, наконечника піпетки), шприцевого насоса та заземленої збиральної пластини (зазвичай металевий екран, пластина або обертовий дорн) на якій збираються сформовані волокна. [1-3].

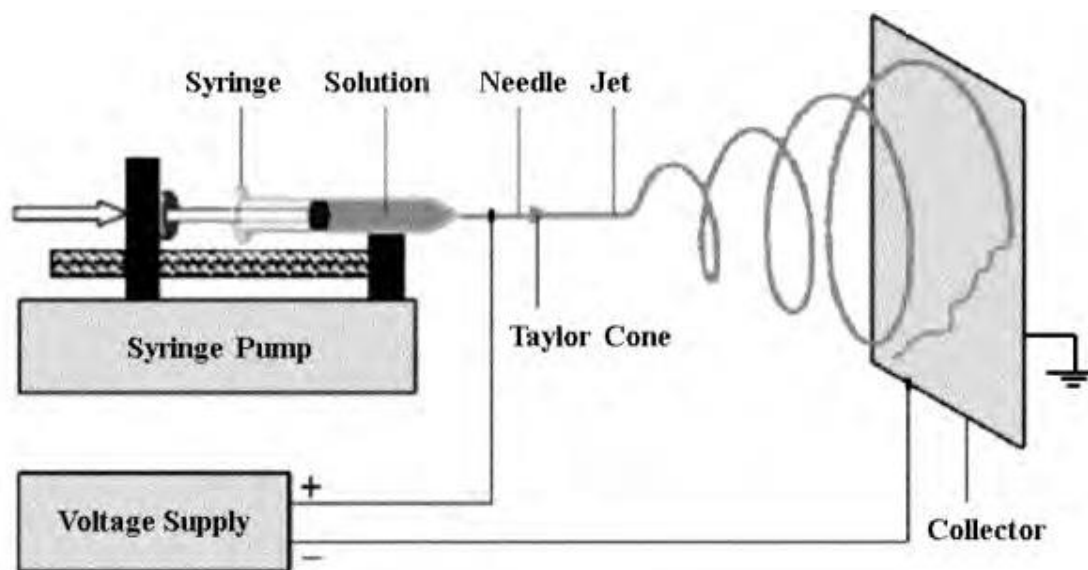


Рис. 1. Принципова схема електропрядильної установки.

Процес електроформування нановолокон виглядає наступним чином. До полімерного розчину прикладається висока напруга електричного поля. За рахунок прикладання до краплі розчину полімеру високої напруги електростатичне відштовхування долає поверхневий натяг, розтягуючи краплю у вигляді надтонкого волокна, що і генерує волокна діаметром від нанометра до мікрметра. Якщо молекулярна когезія або ланцюгове зчеплення макромолекул полімеру в краплі розчину достатньо високі, крапля не руйнується а продовжує розтягуватися, утворюючи надтонкі волокна на заземленій мішені для їх збору. Під час процесу електроформування струм зазнає нестабільності, яка є основним способом утворення субмікронних волокон. Структури зі електроформованих нановолокон мають велику питому поверхню але дуже малий розмір пор порівняно з іншими методами отримання нетканих матеріалів. Тому вони є цінними продуктами для використання у різних галузях, таких наприклад, як фільтрація, захисний одяг, армування нановолокнами композитів та біоматеріалів, з яких можна отримувати від пов'язок для лікування ран та систем доставки ліків, а також каркасів у тканинній інженерії [3-6]. Загальновідомо, що властивості прядильного розчину залежать від компонентів полімерів та розчинників. Загалом, початкові властивості розчинників, такі як температура кипіння, в'язкість, поверхневий натяг, провідність, параметр розчинності, діелектрична проникність тощо, впливають на кінцеву властивість полімерних розчинів.

Метою цього дослідження було вивчити вплив концентрації розчинника та параметрів процесу на морфологію та структуру отриманих волокон за методом електроформування.

**Результати дослідження.** Поліметилметакрилат (ПММА) (Evonik Industries, Mw = 120 000) був обраний як полімер, який може використовуватися в якості матриці для пролонгованої доставки ліків та косметичних засобів. Як розчинник використовували ацетон, який хімічно здатний сольватувати полімер ПММА. Для цього дослідження були взяті різні концентрації ПММА/ацетону, щоб отримати волокна з різною морфологією.

**Процес електроформування.** Полімерний розчин вводили тонким струменем зі швидкістю потоку 1,5 мл/год за допомогою 5-міліметрового шприца через металеву голку з внутрішнім діаметром 0,9 мм. Процес подачі розчину полімеру контролювалася за допомогою мікроскопу Fresenius Injectomat CIS 5.4 (Fresenius HemoCare GmbH, Німеччина). Умовами електропрядіння були наступні: до анода подавали напругу 25 кВ, катод з алюмінієвої фольги розміщували приблизно за 20 см від анода. Шматочки алюмінієвої фольги з отриманими волокнами поміщали в сканувальний мікроскоп (SEM) для оцінки морфології отриманих нановолокон поверхні. Було досліджено вплив концентрації полімерного розчину, прикладеної напруги та відстані прядіння на морфологію та діаметри електропрядених нановолокон ПММА високого вмісту з метою отримання нановолокон різного діаметра.

Випаровування розчинника має великий вплив на морфологію утворених частинок під час їх формування електророзпиленням. Струмін зарядженого полімерного розчину, що ініціюється з конуса Тейлора розпадається на краплі за мілісекунди. Через раптовість процесу утворюються краплі розчину, розчинник при цьому має випаруватися, а полімер затверднути. Залишкові частки розчинника дифундують зсередини до поверхні крапель до повного їх випаровування, що призводить до утворення сфер. Швидкість випаровування розчинника залежить не лише від власних характеристик розчинника, але й від концентрації розчину. Зі зменшенням концентрації та збільшенням швидкості подачі розчину молекули полімеру оточені все більшою кількістю розчинника, що змінює в'язкість розчину та поверхневий натяг крапель. Коли електростатичні сили долають поверхневий натяг і змушують викидати струмін рідини, на цьому етапі починається фазовий розподіл на фазу, насичену розчинником, і фазу, насичену полімером, що призводить до утворення дірок та, зрештою, повного випаровування розчинника.

Розподіл морфології продуктів електроформування з розчину ПММА/ацетон з концентрацією 5, 10, 13 та 15 мас.% представлені на рис. 2, який ілюструє фото зображення SEM. Ацетон відноситься до розчинників із низькою температурою кипіння (56°C), який швидко випаровується після розпилення та розщеплення нестабільного струменя, що подається для електропрядіння. В результаті швидкого випаровування та низької концентрації ПММА (5 мас.%) утворюються чашоподібні структури, як показано на фото рис. 2(a).

Волокна у формі намистин формуються за умови, якщо щільність переплетень достатня, але ступінь перекриття ланцюгів менша за критичне значення. Цікаво, що морфологія намистин на волокнах змінює форму від округлої краплеподібної форми у розчинах низької концентрації (10 мас.%) до розтягнутої краплі або еліпса (рис. 2(b)). Для отримання безнамистинних стрічкоподібних волокон електроформуванням ПММА з ацетону витримували наступні умови: концентрація 15 мас.%, 25 кВ, робоча відстань 20 см та швидкість потоку 1,5 мл/год. В результаті досліджень виявлено, що отримані волокна збільшуються зі збільшенням прикладеного потенціалу від 25 до 35 кВ. Зі збільшенням концентрації ПММА (рисунок 2(d)) спостерігалася відносно велика кількість гладких волокон діаметром 2-5 мкм. Оскільки при низьких концентраціях замість волокон утворюються кульки, а вища концентрація полімеру призводить до збільшення діаметра волокон, природно зробити висновок, що зниження концентрації полімеру також повинно призвести до зменшення діаметрів волокон. На рисунку 2(c) представлено морфологію нановолокон, отриману із розчинів ПММА концентрацією 13% мас. Для фіксованого прикладеного потенціалу 25 кВ було виявлено, що як густина, так і діаметри прядених волокон зменшуються зі збільшенням відстані від 16 до 20 см.

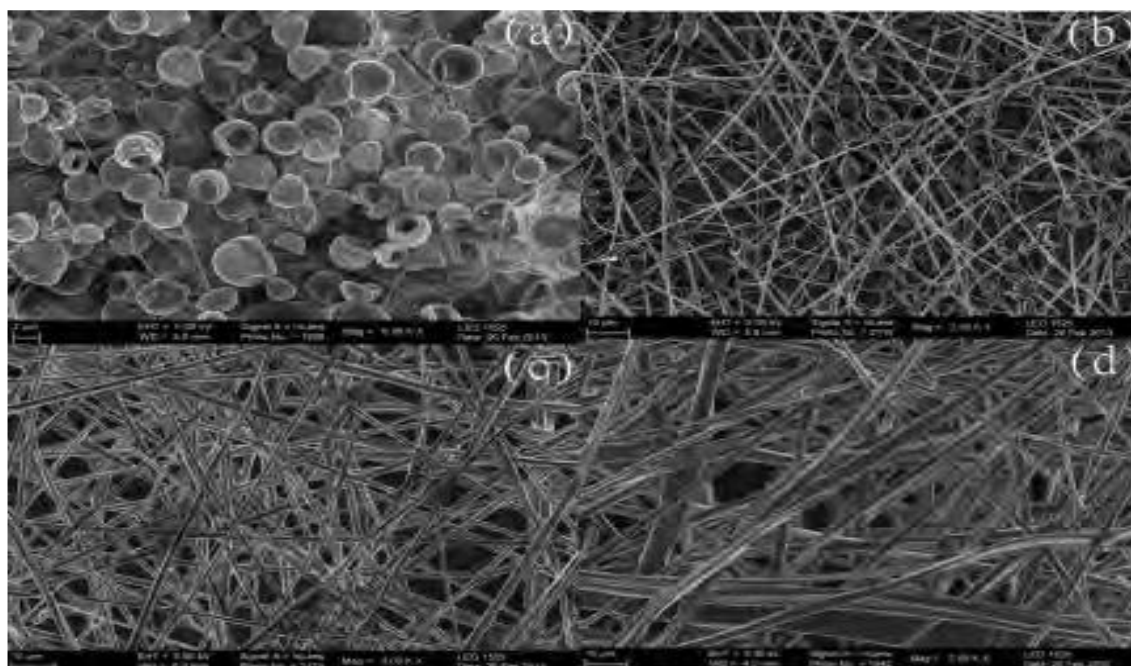


Рис. 2. Зразки нановолокон, отриманих електроформуванням з розчину ПММА/ацетон при різних концентраціях: (а) 5 мас.%, (b) 10 мас.%, (с) 13 мас.% та (d) 15 мас.%

Діапазон отриманих діаметрів волокон ПММА, становив від 0,8 до 1,2 мкм. Навпаки, для фіксованої відстані у 20 см було виявлено, що як густина, так і діаметри отриманих волокон збільшуються зі збільшенням прикладеного потенціалу від 25 до 35 кВ.

**Висновок.** Дослідження різних умов електропрядіння і концентрацій розчинів полімеру забезпечує формування різноманітних за морфологією та формою нановолокон, таких як чашоподібні, намистиноподібні, ультратонкі та нановолокна. Отримані різноманітні структури нановолокон, сформовані із розчину поліметилметакрилату (ПММА) за допомогою методу електроформування підтверджені скануючим електронним мікроскопом з польовою емісією (FEGSEM) (LEO Gemini 1525, Carl Zeiss Inc., Торнвуд, США). Різноманіття отриманих структур нановолокон значно розширяє та покращає можливі застосування електроформованих волокон у сферах наноелектроніки, сенсорів, пристроїв МЕМ, тканинної інженерії, збору та зберігання енергії, метаматеріалів та фотоніки, нано/мікрофлюїдики, каталізу та фільтрації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Wendorff J. H. *Electrospinning: materials, processing, and applications* / Joachim H. Wendorff, Seema Agarwal, Andreas Greiner. – Weinheim: Wiley-VCH, 2012. 254 p. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527647705>.
2. Bhardwaj N. *Electrospinning: A fascinating fiber fabrication technique* / Nandana Bhardwaj, Subhas C. Kundu // *Biotechnology Advances*. 2010. Vol. 28, Iss. 3. P. 325–347. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2010.01.004>
3. Zander N. E. *Hierarchically Structured Electrospun Fibers* / Nicole E. Zander // *Polymers*. – 2013. Vol. 5, Iss. 1. P. 19–44. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym5010019>
4. Reneker D.H., Yarin A.L. *Electrospinning jets and polymer nanofibers*. *Polymer* 2008, 49, 2387–2425.
5. Yu J., Qiu Y., Zha X., Yu M., Yu J., Rafique J., Yin, J. *Production of aligned helical polymer nanofibers by electrospinning*. *Eur. Polym. J.* 2008, 44, 2838–2844.
6. Pagliara S., Camposeo A., Cingolani R., Pisignano D. *Hierarchical assembly of light-emitting polymer nanofibers in helical morphologies*. *Appl. Phys. Lett.* 2009, 95, 263301:1–263301:3.

# ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НОВОГО ТИПУ

Гуріна Д.В. здобувачка вищої освіти

Калініченко І.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри теплотехніки  
Хеосонський навчально-науковий інститут Національного університету кораблебудування  
імені адмірала Макарова, м. Херсон, Україна

**Вступ.** Сталий економічний розвиток кожної країни залежить від успішності вирішення проблем економіки, енергетики та екології. Усі ці галузі взаємозв'язані і повинні співіснувати злагоджено. У сучасному суспільстві надзвичайно актуальною є проблема світового споживання електроенергії. Енергетична проблема - одна з найважливіших проблем, які сьогодні доводиться вирішувати людству, адже його життя і потреби вимагають величезних затрат енергії.

Технології використання традиційних джерел енергії вже є застарілими і надто шкідливими для екології довкілля, ресурсозабезпеченість планети різко зменшується. Вода – одна з численних хімічних сполук, які відомі на Землі. Гідроелектростанції є чудовим і екологічно чистим джерелом відновлюваної енергії.

Гідроенергетика – це важлива частина енергетичного сектору України, яка забезпечує регулювання частоти та потужності мережі, мобільний аварійний резерв у об'єднаній енергетичній системі і є єдиною «зеленою» галуззю енергетики. Зазначимо, що станом на 2024 рік в Україні з 10 є лише 8 функціонуючих гідроелектростанцій, розташованих на Дніпрі та Дністрі: Київська ГЕС та Київська ГАЕС; Кременчуцька ГЕС; Канівська ГЕС; Дністровська ГЕС; Дніпровська ГЕС-1 та Дніпровська ГЕС-2; Дністровська ГЕС та Дністровська ГАЕС [1].

Метою дослідження є впровадження гідроелектростанцій малої потужності для забезпечення автономності генерації електроенергії для приватних споживачів та одержання задовільних показників електроенергії не залежно від пори року та добових коливань температури та сонячного світла.

**Результати досліджень.** Гідроенергетика являє собою безліч розгалужених способів видобування корисної енергії за рахунок руху води, яка фактично є невичерпним ресурсом планети.

У гідродинаміці ідеальна рідина – це рідина, яка абсолютно нестислива, позбавлена в'язкості і теплопровідності. Проте така модель дає цілком правдивий опис руху реальних рідин. Середня швидкість руху рідини  $v$  – це фіктивна швидкість, з якою всі частинки рідини рухаються так, що кількість рідини, яка протікає через живий переріз, що розглядається, дорівнює дійсній кількості рідини, яка протікає через той же переріз при дійсних швидкостях руху, тобто:

$$v=0,85 \cdot l \cdot h \cdot (S/t), \quad (1)$$

де  $v$  – шукана швидкість течії,  $l$  – ширина,  $h$  – глибина,  $S$  – пройдена поплавком дистанція,  $0,85$  – коригуючий коефіцієнт обчислення,  $t$  – час руху поплавка, тобто величина, що при проведенні досліду буде визначена за допомогою вимірювального приладу (секундомір) окремо для кожного випадку [2].

Рівняння Бернуллі є наслідком закону збереження енергії. Рідина у стаціонарному потоці рухається неперервно ( $v \neq 0$ ), отже має запас кінетичної енергії. Експериментально знайшовши швидкість, надалі можна обчислити який буде статичний і динамічний тиск, що чинить рідина на механізм обертового колеса. Для цього задаємо три конкретні значення швидкості потоку, приведені у табл. 1.

Таблиця 1. Розрахункове доведення залежності тиску на лопаті водяного колеса від швидкості руху потоку

Швидкість потоку $v$ , м/с	Динамічний тиск, $P$ , Па
0,5	125
1,0	500
1,5	1125

Можемо зробити висновок, що між цими двома величинами діє прямо пропорційна залежність. Найоптимальнішим варіантом є установка на горизонтальну вісь нижньобійного потокового колеса, потужність якого залежить від кінетичної енергії потоку і може бути обчислена за формулою, яку можна вивести наступним шляхом. Відомо, що потужність можна обчислити за формулою:

$$P=A/t, \quad (2)$$

де  $A$  – робота тіла (в даному випадку – води);  $A = F \cdot l$ , (де  $l$  – це довжина окружності млина, отже:  $l = C = 2\pi R = \pi d$ ).

Силу, яка прикладена до обертового тіла можна прирівняти до ваги, з якою вода буде постійно діяти на лопаті водяного колеса, обертуючи їх.

Тоді:

$$F = F_{\text{тяж}} = mg, \quad (3)$$

з визначення густини випливає, що:  $\rho = m/V \leftrightarrow m = V \cdot \rho$ , тоді:

$$P = (\pi \cdot d \cdot V \cdot \rho \cdot t). \quad (4)$$

Таким чином ми отримуємо фінальну формулу для обчислення потужності потоку рідини, що проходить через водяне колесо. За умовою, що ми знаємо необхідну споживачу потужність, можемо прорахувати який діаметр колеса для цього необхідний.

**Висновки.** Робота за наявності неперервного бурхливого потоку рідини у водоймі наприклад у річці. Станція, що розташована (частково) у товщі рідини повноводної річки з горизонтальним стержнем, на якому закріплені турбіни на різних позиціях перпендикулярно напрямку руху води. Задля стабільності конструкції варто спорудити два буя, наповнені повітрям, на обох кінцях стержня. Конструкція для збереження стабільності прикріплена якорем до дна водойми. Робочім тілом є водяне колесо.

Використання ВДЕ допомагає у загальному декарбонізувати енергетику, що поліпшить екологічну ситуацію у світі. Зараз у сучасному світі досі залишаються у планах розроблення безліч нових ідей з використанням широко відомого водяного колеса. Пропоную звернути увагу на можливість створення міні електростанції, яка дозволить отримувати корисну енергію цілодобово і не залежно від пори року і погодних умов. Це неабияк допоможе розвантажити енергосистему і забезпечити достатнє отримання заряду акумулятора, що дуже важливо у сучасних реаліях життя в Україні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Герасімов Є.Г., Герасімов Г. Г. Використання відновлювальних джерел енергії: навч.посіб. – Рівне: НУВГП, 2023. – 467 с.
2. Розрахунки з дисципліни «Теплотехнологічні процеси та установки». Навчальний посібник / Луняка К.В., Димо Б.В., Андрєєва Н.Б., Калініченко І.В. – Херсон: ХНТУ, 2018. – 166 с.
3. Проект водяного колеса для проекту гідро електроенергетики – Режим доступу: <https://www.fstgenerator.com/uk/news/210625//> (дата звернення 12.05.2026).

# ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ, МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ В ЕНЕРГЕТИЦІ

Кохан О.С., аспірант

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

**Вступ.** Глобальна енергетична інфраструктура, що спирається на використання викопних видів палива, перебуває на етапі глибокої технологічної трансформації. Фундаментальною проблемою ефективного спалювання енергетичного вугілля завжди залишалася його природна гетерогенність. Варіативність вихідної гірничої маси (Run-of-Mine, ROM), мінливість зольності, вологості, виходу летких речовин та вмісту шкідливих домішок створюють постійні збурення для термодинамічних процесів на теплоелектростанціях (ТЕС) [1]. Історично процеси видобутку, збагачення та генерації енергії функціонували як ізольовані етапи, де оптимізація здійснювалася локально, спираючись на реактивні методи контролю та емпіричний досвід операторів. Сьогодні результати передових досліджень переконливо доводять, що підвищення якісних та технологічних показників енергетичного вугілля вимагає переходу до наскрізної інтеграції кіберфізичних систем (КФС), цифрових двійників та прецизійного метрологічного забезпечення [2]. Ця конвергенція формує екосистему із замкненим циклом зворотного зв'язку, де кожна виробнича стадія — від тривимірного моделювання родовища до спалювання палива в топці котла — контролюється, прогнозується та оптимізується алгоритмами машинного навчання в режимі реального часу. Безпосереднім джерелом даних для всіх кіберфізичних систем є передове метрологічне обладнання. Класичний технічний аналіз (proximate analysis) вугілля вимагає визначення зольності, виходу летких речовин (VM), вологості (MC), вмісту зв'язаного вуглецю (FC) та теплотворної здатності (CV) [3].

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування, розробка та практична реалізація комплексної системи покращення якісних та технологічних показників енергетичного вугілля на основі наскрізної інтеграції кіберфізичних систем (КФС), динамічних цифрових двійників (Digital Twins) та прецизійних методів метрологічного контролю на всіх етапах паливного ланцюга — від геостатистичного моделювання пластів та селективного видобутку до інтелектуального збагачення і оптимізації процесів спалювання на теплових електростанціях (ТЕС).

**Результати досліджень.** У ході досліджень встановлено, що ключовим бар'єром для адекватного функціонування цифрового двійника (ЦД) є низька якість вихідних даних, зумовлена специфікою експлуатації вимірювальних систем енергетичних систем (вплив агресивного середовища, вібрацій, електромагнітних завад). Важливим результатом дослідження стало розроблення методології оцінювання невизначеності вимірювань у розподілених КФС. В енергетиці, де точність вимірювання енергопотоків безпосередньо впливає на економічні показники (баланс електроенергії), метрологічне забезпечення виходить за рамки періодичної повірки.

– динамічна простежуваність: розроблено алгоритм, що забезпечує неперервну простежуваність вимірювань у КФС. Кожен вузол мережі розглядається як метрологічно сертифікований елемент, що автоматично передає метадані (похибку, дрейф, довірчий інтервал) до ЦД.

– кіберзахищеність через метрологію: виявлено, що метрологічна верифікація є ефективним інструментом кібербезпеки. Аномалії в даних, які не відповідають фізичним законам (наприклад, порушення балансу потужності), ідентифікуються системою як потенційні

кібератаки на вимірювальні канали, що дозволяє ізолювати «скомпрометовані» датчики від контуру управління.

Впровадження інтегрованих кіберфізичних екосистем та цифрових двійників у процеси видобутку, переробки та спалювання вугілля дозволило досягти значного підвищення його якісних показників, стабілізації технологічних параметрів та покращення техніко-економічної та екологічної ефективності енергетичної галузі. Створено інтегровану модель цифрового двійника, яка об'єднала дані промислових історичних архівів, таблиць збагачуваності та серверів диспетчеризації гірничих робіт. Алгоритм автоматично розраховує та регулює відносну густину (RD) важкого середовища на всіх 15 збагачувальних модулях (10 первинних та 5 вторинних) на основі моделі Віттена з показником ймовірного відхилення збагачення  $E_p=0.025$ . Це забезпечило максимізацію виходу напівм'якого коксівного вугілля із зольністю 10,3% та енергетичного вугілля із зольністю 35%. Контролер успішно здійснював повністю автономне ведення технологічного режиму фабрики протягом 10 діб без потреби втручання операторів. Для забезпечення цілісності моделі застосовується процедура Data Reconciliation (узгодження даних). Це статистичний метод, який мінімізує похибки вимірювань для приведення набору даних до фізично узгодженого стану. Алгоритмічний підхід до валідації:

– фільтрація та очищення (Preprocessing): використання робастних фільтрів (наприклад, фільтр Калмана або медіанні фільтри) для усунення імпульсних завад, що не пов'язані з фізичними змінами процесу;

– гросс-детектори (Gross Error Detection): автоматичне виявлення відмов датчиків шляхом аналізу надлишкових вимірювань. Якщо система вимірює параметр  $\$X\$$  двома незалежними методами, значна розбіжність між ними має ініціювати процедуру перевірки або виключення датчика з моделі;

– валідація через «віртуальні датчики»: створення прогнозних моделей на основі нейронних мереж (або регресійних моделей), які оцінюють стан системи у випадку виходу з ладу фізичних датчиків. Якщо прогноз моделі та показник реального датчика розходяться критично – це ознака аномалії.

**Висновки.** Дослідження доводять, що цифрова трансформація енергетики – це не просто впровадження ІІТ чи хмарних обчислень, а побудова цілісної архітектури, де метрологічна точність є «фундаментом», кіберфізичні системи – «нервовою системою», а цифрові двійники – «інтелектуальним ядром». Запропонована інтегративна модель є універсальною для об'єктів критичної інфраструктури та забезпечує високу адаптивність енергетичних систем до зовнішніх викликів, включаючи кіберзагрози, фізичний знос обладнання та високу динаміку змін навантажень у мережі. Комплексний аналіз масиву індустріальних та наукових досліджень доводить, що вирішення проблеми оптимізації якісних та технологічних показників енергетичного вугілля неможливе методами локальної модернізації окремих вузлів

## ЛІТЕРАТУРА

1. Mishra N.K. A Metrological Perspective Review for Reliable and Traceable Sensor Networks. *MAPAN*. 2026. 41. P. 327–340..
2. Chourasia S., Pandey S.M., Keshri A.K. Prospects and Challenges with Legal Informatics and Legal Metrology Framework in the Context of Industry 6.0. *MAPAN*. 2023. 38. P. 1027–1052.
3. da Trindade E.S., da Costa C.A., de Souza V.C. Digital twin for product design collaboration: a systematic literature review. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 2025. 136. P. 4751–4767.
4. Chaudhari S.S., Bhole K.S. & Rane S.B. Industrial Automation and Data Processing Techniques in IoT-Based Digital Twin Design for Thermal Equipment: A case study. *J. Inst. Eng. India Ser. C*. 2025. 106, P. 553–569.

## FEASIBILITY OF ORGANIZING CATALYTIC COMBUSTION IN SHIP INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Prudnikov I. A., postgraduate student  
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

**Introduction.** The performance indicators of internal combustion engines (ICEs), which are part of ship power plants for sea and river transport, are subject to strict requirements for both fuel efficiency and environmental friendliness, as they are sources of pollution in the marine and air environments. One option for simultaneously solving these two problems is to organize the in-cylinder combustion process in a ship's ICE using a special catalyst.

**Research results.** Advantages of the technology, which together provide a reduction in fuel consumption and the formation of incomplete combustion products and nitrogen oxides [1, 2, 3]: there is an increase in the rate of oxidation and reduction reactions, which allows for intensifying the fuel combustion process; the completeness of fuel combustion increases; the phase of fuel preparation for combustion and the phase of diffusion combustion are reduced; the maximum combustion temperature decreases.

The intensification of the oxidation process of the fuel-air mixture and the reduction of the diffusion combustion phase create conditions for obtaining the necessary effective work in a shorter period of time [2, 3]. The presence of active particles in the fuel combustion zone, which affect the destruction of long, complex hydrocarbon chains, extends the range of ignition and ensures the combustion of the fuel-air mixture in both high- and low-excess air coefficient zones [1]. As a result of catalytic processes in the expansion stroke, the products of incomplete fuel combustion, namely carbon monoxide (CO), hydrocarbons (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), are converted into harmless substances, the combustion temperature decreases, and the corresponding reduction in nitrogen oxides (NOX) emissions [2]. A decrease in specific fuel consumption and combustion chamber temperature should lead to a reduction in the maximum combustion chamber pressure and, consequently, a decrease in the rigidity of engine operation.

Intra-cylinder catalysis can be implemented by coating the CC surface with a catalyst layer [4]. As the temperature in the cylinder increases, active particles are separated from the catalytic coating on the piston surface. Materials for applying catalytic coatings are divided into two groups: based on noble metals, mainly Pt and Pd (however, due to the high cost of their use in this area is impractical), and based on transition metal oxides (Mn, Co, Fe, Cu, Mo, etc.), including those of complex composition (spinel, perovskites, hexaaluminates) [5 - 9].

The disadvantages of this method are its complexity (the need to simultaneously take into account the characteristics of the base material, materials for catalytic coatings and coating methods), significant costs for special equipment for coating and electricity for its operation, the inability to regulate the amount of catalyst in ship operation conditions, The use of this technology for ship low-speed diesel engines, which are the main ones for ships of the maritime transport fleet, is extremely problematic. The above problems can be addressed by introducing catalytic materials into the combustion chambers of diesel engines, along with the working media. In particular, the technology of adding catalysts in the form of ultra-dispersed powders (UDP) to internal combustion engine fuel is currently being actively studied [10, 11, 12], which, according to researchers, allows reducing fuel consumption (according to [11] by 6–10 %) and the amount of harmful components of exhaust gases. The use of UDP (particle size < 100 nm) is associated with better reactivity, but it also carries the potential to damage the precision pairs of fuel pumps and injectors due to the presence of larger solid particles in the fuel. It is also possible to ensure that nanoparticles of catalytic materials enter the short-circuit of a diesel engine with engine oil. The most appropriate is to use UDP of soft metals (usually Cu and bronze) for this [13]. An additional advantage of using such a UDP in technical systems is the possibility of achieving wear-free friction in friction pairs such as "steel-steel" and "steel-cast iron". In particular, the addition of soft metal additives to engine oil for internal combustion engines reduces both the magnitude of the friction force during operation and its duration (which is particularly appropriate during engine

break-in). The soft metal film formed on the surface reduces the actual pressure in the contact zone and, as a result, the deformation component of friction, while creating conditions for the existence of a polymolecular boundary layer, which, in turn, reduces the adhesion component.

**Conclusions.** The positive effect of using soft metal UDP additives is greater, the higher the oil's viscosity. The presence of soft metal UDP in engine oil improves the wear resistance of piston rings and engine cylinders.

## LITERATURE

1. Парсаданов І.В., Хижняк В.О., Горохівський А.С., Артеменко А.К. (2017). Фактори та методи підвищення ефективності каталітичного впливу на згоряння в дизелі. Вісник НТУ «ХПІ», 5 (1227), 64–67. <https://repository.kpi.kharkov.ua/items/00873f1e-c54f-4c49-8820-de0638b310c8>
2. Парсаданов І.В., Сахненко М.Д., Хижняк В.О., Каракуркчі Г.В. (2016). Підвищення екологічності дизелів шляхом внутрішньоциліндрової нейтралізації токсичних речовин відпрацьованих газів. Двигуни внутрішнього згоряння, 2, 63–67. <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2016.2.12>
3. Парсаданов І.В., Сахненко М.Д., Ведь М.В., Карягін І.М., Хижняк В.О., Андрощук Д.С. (2015). Дослідження дизеля з каталітичним покриттям поверхні камери згоряння. Двигуни внутрішнього згоряння, 2, 69–72. <https://dvs.khpi.edu.ua/article/view/54557>
4. Парсаданов І.В., Хижняк В.О., Рикова І.В. (2017). Обґрунтування вибору форми камери згоряння при застосуванні каталітичного покриття на поверхні поршня. Двигуни внутрішнього згоряння, 2, 18–21. <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2017.2.04>
5. Патент на винахід № 114681 (2017), Україна, МПК С25D 11/12 (2006.01); С25D 11/06 (2006.01); С25D 3/12 (2006.01); В01J 37/34 (2006.01). Спосіб формування каталітично активних покриттів оксидами мангану та кобальту на вентильних металах/ Сахненко М.Д., Ведь М.В., Каракуркчі Г.В., Ярошок Т.П., Горохівський А.С. – Заявл. 11.04.2016; Опубл. 10.07.2017. – Бюл. № 13.
6. Jones R.L. (1997). Surface and coatings effects in catalytic combustion in internal combustion engines. Surface and Coatings Technology, Vol. 94–95, October, 118–122. [https://doi.org/10.1016/S0257-8972\(97\)00488-X](https://doi.org/10.1016/S0257-8972(97)00488-X)
7. Yessian S., Varthanan P.A. (2020). Optimization of Performance and Emission Characteristics of Catalytic Coated IC Engine with Biodiesel Using Grey-Taguchi Method. Scientific Reports, 10, 2129. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57129-9>
8. Andrych-Zalewska M. (2017). Improving the environmental performance of the internal combustion engine by the use in-cylinder catalyst. Combustion Engines, 168 (1), 129–132. <https://doi.org/10.19206/CE-2017-120>
9. Wu X., Fischer M., Nolte A., Lenßen P., Wang B., Ohlerth T., Wöll D., Heufer K.A., Pischinger S., Simon U. (2022). Perovskite Catalyst for In-Cylinder Coating to Reduce Raw Pollutant Emissions of Internal Combustion Engines. ACS Omega, 7 (6), 5340–5349. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c06530>
10. Gürü M., Karakaya U., Altıparmak D., Alicılar A. (2002). Improvement of Diesel fuel properties by using additives. Energy Conversion and Management, 8 (43), 1021–1025. [https://doi.org/10.1016/S0196-8904\(01\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0196-8904(01)00094-2)
11. Полункін Є.В., Пилявський В.С., Березницький Я.О., Каменєва Т.М., Левтеров А.М., Авраменко А.М. (2020). Покращення хімотологічних властивостей дизельного палива мікродобавкою вуглецевих сфероїдальних наночасток. Каталіз та нафтохімія, 29, 59–66. <https://doi.org/10.15407/kataliz2020.29.059>
12. Латиш О.М., Мельник О.А. (2024). Зниження витрат палива та зменшення забруднення доквілля шляхом використання присадок наноматеріалів до пального. Суднові енергетичні установки, 49, 69–80. <https://doi.org/10.31653/smf49.2024.69-80>
13. Prudnikov I., Andreiev A. (2024). The Feasibility of Using Ultra-Dispersed Soft Metal Powder Additives in Marine Diesel Engine Oil. Сучасний стан та проблеми двигунобудування : VIII Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали, 71–72. <https://eir.nuos.edu.ua/collections/befd71e8-f523-41a5-91a2-7fa7cbaa3ddb>

# ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

Шалапко Д.О., кандидат технічних наук, доцент  
Херсонський навчально-науковий інститут НУК

Питання енергоефективності транспортних систем сьогодні має не лише технічне, а й стратегічне значення. Для України транспорт є важливою складовою економічної стійкості, обороноздатності, просторової зв'язаності регіонів і післявоєнного відновлення. Повномасштабна війна засвідчила, що залежність від імпортих нафтопродуктів, централізованої інфраструктури та застарілих логістичних моделей створює додаткові ризики для держави, громад і бізнесу.

У сучасних умовах енергоефективність транспорту доцільно розглядати ширше, ніж зниження витрати палива на одиницю пробігу. Йдеться про комплексну зміну транспортно-енергетичної моделі: оптимізацію маршрутів, електрифікацію рухомого складу, застосування альтернативних палив, цифрове керування перевезеннями, розвиток мультимодальної логістики та зменшення імпортозалежності. Такий підхід узгоджується з оновленою Національною транспортною стратегією України до 2030 року, схваленою з урахуванням викликів війни та потреб майбутнього відновлення [1].

Важливим орієнтиром є також Енергетична стратегія України на період до 2050 року та Національний план дій з відновлюваної енергетики, який передбачає досягнення частки відновлюваних джерел енергії у валовому кінцевому споживанні на рівні 27 % у 2030 році [2; 3]. Це означає, що транспортна система поступово має переходити від моделі «імпортне паливо — двигун внутрішнього згоряння — викиди» до моделі «локальна енергія — ефективний привід — цифрове управління — мінімізація втрат».

Одним із ключових напрямів є електрифікація міського та приміського транспорту. Електробуси, тролейбуси з автономним ходом, електрична комунальна техніка та зарядна інфраструктура дають змогу зменшити питомі енергетичні витрати, локальні викиди й шумове навантаження. Проте електрифікація має супроводжуватися розвитком розподіленої генерації, накопичувачів енергії та інтелектуального заряджання, інакше навантаження лише переноситиметься з паливної системи на електромережу [4-6].

Другий важливий напрям — застосування альтернативних рідких і газоподібних палив: біодизеля, HVO, біометану, синтетичних палив, метанолу та аміаку для окремих секторів транспорту. Їхня перевага полягає в можливості використання в наявній або частково модернізованій техніці. Для України це особливо актуально, оскільки повне оновлення транспортного парку потребує значних фінансових ресурсів і часу. Тому доцільною є комбінована стратегія: електрифікація там, де вона технічно й економічно виправдана, та низьковуглецеві палива для секторів із високою автономністю й енергоємністю [7-10].

Окреме місце належить водневим технологіям. Водень не є універсальною заміною всім видам палива, однак має потенціал у важкому транспорті, муніципальній техніці, портовій інфраструктурі, залізничних ділянках без електрифікації та резервному енергозабезпеченні. Проєкт Водневої стратегії України до 2050 року передбачає використання водню в транспортному секторі, а також у системах виробництва, зберігання і транспортування енергії [11].

Для транспорту можна виділити кілька сценаріїв застосування водню: використання паливних елементів у автобусах і вантажній техніці; виробництво синтетичних палив на основі «зеленого» водню; застосування малих добавок водню до традиційного палива у двигунах внутрішнього згоряння. Останній напрям є перспективним для перехідного

періоду, оскільки може покращити процес згоряння, скоротити затримку займання та підвищити повноту енерговиділення без радикальної перебудови транспортної інфраструктури.

Водночас воднева енергетика потребує обґрунтованого техніко-економічного підходу. Водень складний у зберіганні, потребує спеціальних систем безпеки, а його екологічний ефект залежить від способу виробництва. Тому стратегічне значення для України має саме «зелений» водень, отриманий із використанням відновлюваної електроенергії.

Не менш важливим чинником енергоефективності є цифровізація транспортних систем. Інтелектуальні транспортні системи, GPS-моніторинг, адаптивне керування світлофорами, прогнозування пасажиропотоків, енергоаудит маршрутів і цифрове планування логістики дають змогу зменшити холості пробіги, затори, нерівномірність навантаження та перевитрати палива. У європейському контексті розвиток інфраструктури альтернативних палив уже є обов'язковою складовою сталої мобільності, що закріплено Регламентом ЄС 2023/1804 [12].

Особливої уваги в післявоєнній перспективі потребує місто Херсон. Його транспортно-географічне положення на Дніпрі створює передумови для розвитку міської мобільності, річкової логістики, аграрного експорту, гуманітарних і промислових перевезень. Водночас сучасна безпекова ситуація показала високу вразливість транспортної інфраструктури прифронтових регіонів. Агентство відновлення визначало розвиток логістики у таких регіонах, зокрема в Херсонській області, одним зі стратегічних пріоритетів [13].

Для Херсона післявоєнне відновлення транспорту не повинно означати просте повернення до довоєнної моделі. Доцільним є підхід “build back better”, тобто відновлення інфраструктури на якісно вищому рівні — безпечнішому, енергоефективнішому та технологічнішому. Першочерговими завданнями мають стати відновлення дорожньої інфраструктури, контактної мережі електротранспорту, світлофорних об'єктів, зупинок, депо та маршрутної мережі. Програмні заходи з комплексного відновлення Херсонської міської територіальної громади до 2027 року вже передбачають відновлення світлофорних об'єктів з урахуванням потреб маломобільних груп населення [14].

Наступним етапом має бути модернізація громадського транспорту. Перспективним є поєднання тролейбусів, електробусів із автономним ходом і компактних автобусів на альтернативному паливі для районів, де контактна мережа відновлюватиметься поступово. Практичне значення має й збереження виробничо-технічної бази КП «Херсонелектротранс», яке навіть в умовах війни виконувало ремонт рухомого складу та аварійне відновлення контактної мережі [15].

Доцільним є також створення локальних енергетичних транспортних хабів: сонячних електростанцій на дахах депо, систем накопичення енергії, зарядних станцій для електробусів і сервісних пунктів для комунальної техніки. Такий підхід зменшить залежність міського транспорту від централізованої енергосистеми. За оцінкою RDNA5, загальні потреби у відновленні України на наступне десятиліття становлять майже 588 млрд доларів США, причому одними з найбільших є потреби транспортного та енергетичного секторів [16].

Отже, інноваційне підвищення енергоефективності транспортних систем України має бути багаторівневим. На рівні транспортного засобу — це ефективний привід, альтернативне паливо, рекуперація енергії та технічна діагностика. На рівні інфраструктури — зарядні станції, біометанові та водневі пункти, депо з локальною генерацією і накопичувачами енергії. На рівні міста — цифрова диспетчеризація, оптимізація маршрутів, пріоритет громадського транспорту та безбар'єрність. На рівні держави — інтеграція з європейськими стандартами, підтримка відновлюваної енергетики, розвиток власного виробництва альтернативних палив і зменшення імпортової залежності.

Для післявоєнного Херсона це питання має не лише екологічний, а й стратегічний зміст. Енергоефективна транспортна система може стати інструментом повернення населення, відновлення економіки, розвитку малого й середнього бізнесу та підвищення безпеки міського середовища. Тому альтернативні палива, електрифікація, водневі технології та цифрове управління слід розглядати як взаємопов'язані елементи нової транспортно-енергетичної політики України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року: оновлена редакція та операційний план заходів на 2025–2027 роки. Кабінет Міністрів України, 2024.
2. Енергетична стратегія України на період до 2050 року. Кабінет Міністрів України, 2023.
3. Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2030 року. Кабінет Міністрів України.
4. Camila A. Fantin, Marco Rivera, Brenda Farah, Rogério L. Lima, Jakson P. Bonaldo. Electric bus rapid transit supported by solar generation: A scalable economic model for zero-emission urban transit. *Energy Policy*. 2026. Vol. 209. 114981. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2025.114981>.
5. Franco Basso, Felipe Feijoo, Raúl Pezoa, Mauricio Varas, Brian Vidal. The impact of electromobility in public transport: An estimation of energy consumption using disaggregated data in Santiago, Chile. *Energy*. 2024. Vol. 286. 129550. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.129550>.
6. Boya Zhou, Ye Wu, Bin Zhou, Renjie Wang, Wenwei Ke, Shaojun Zhang, Jiming Hao. Real-world performance of battery electric buses and their life-cycle benefits with respect to energy consumption and carbon dioxide emissions. *Energy*. 2016. Vol. 96. P. 603-613. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.12.041>.
7. Breuer J.L., Scholten J., Koj J.C., Schorn F., Fiebrandt M., Samsun R.C., Albus R., Görner K., Stolten D., Peters R. An Overview of Promising Alternative Fuels for Road, Rail, Air, and Inland Waterway Transport in Germany. *Energies*. 2022; 15(4):1443. <https://doi.org/10.3390/en15041443>
8. Liebich A., Fröhlich T., Münter D., Fehrenbach H., Giegrich J., Köppen S., Dünnebeil F., Knörr W., Biemann K., Simon S., et al. Detailed Analyses of the System Comparison of Storable Energy Carriers from Renewable Energies—Final Report; Federal Environment Agency: Dessau-Roßlau, Germany, 2021. Available online: [https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig\\_q=reportnumber:%22UBA-FB--000263/ANH%22](https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=reportnumber:%22UBA-FB--000263/ANH%22)
9. Peters, R.; Decker, M.; Eggemann, L.; Schemme, S.; Schorn, F.; Breuer, J.L.; Weiske, S.; Pasel, J.; Samsun, R.C.; Stolten, D. Thermodynamic and ecological preselection of synthetic fuel intermediates from biogas at farm sites. *Energy Sustain. Soc.* 2020. 10. 4.
10. Ruokonen, J.; Nieminen, H.; Dahiru, A.R.; Laari, A.; Koironen, T.; Laaksonen, P.; Vuokila, A.; Huuhtanen, M. Modelling and Cost Estimation for Conversion of Green Methanol to Renewable Liquid Transport Fuels via Olefin Oligomerisation. *Processes*. 2021. 9. 1046.
11. Проєкт Водневої стратегії України до 2050 року. Міністерство енергетики України.
12. Regulation (EU) 2023/1804 of the European Parliament and of the Council on the deployment of alternative fuels infrastructure. *Official Journal of the European Union*, 2023.
13. Агентство відновлення. Розвиток логістики у прифронтових регіонах як стратегічний пріоритет відновлення транспортної інфраструктури України, 2025.
14. Програма комплексного відновлення Херсонської міської територіальної громади до 2027 року. Херсонська обласна державна адміністрація.
15. Херсонська міська рада. Інформаційні матеріали щодо роботи КП «Херсонелектротранс» в умовах воєнного стану.
16. Ukraine Rapid Damage and Needs Assessment 5 — RDNA5. World Bank, Government of Ukraine, European Commission, United Nations, 2026.

# APPLICATION OF HYDRODYNAMIC DEVICES IN THE PREPARATION OF MARINE FUEL

Gurin K. Yu., postgraduate student  
Admiral Makarov National University of Shipbuilding

**Introduction.** Strict environmental safety requirements, in accordance with amendments to Annex VI of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), encourage shipbuilders and shipowners to adopt and implement technologies to reduce greenhouse gas emissions from ship power plants (SPPs). New indicators, such as the Energy Efficiency Index of Existing Ships (EEXI) and the Carbon Intensity Indicator (CII), enable the assessment and control of emissions and stimulate the adoption of low-carbon technologies. These innovations, which entered into force on January 1, 2023, affect the energy efficiency rating of ships and encourage the modernization and use of less polluting fuels, which contribute to the overall environmental sustainability of maritime transport.

**Research results.** First of all, these tasks can be addressed by ensuring the appropriate quality of the fuels burned in SPP elements (engines, boilers, etc.) [1, 2]. Recently, almost all ships of sea and inland waterway transport use fuels with viscosities of 380–500 cSt and deteriorated fractional compositions. A feature of such fuels is also the presence of resinous formations in them, which can be in the form of films, jelly-like thickenings, ointment-like agglomerates, water-fuel emulsions, etc. Given this, marine fuels require pre-treatment in special devices. The fuel treatment methods used on ships can be divided into two main groups: those that change the fuel's physical state and those that change its physico-chemical composition.

Various heat-treatment methods (steam, electric, and induction heating) and fuel homogenization are used to alter the fuel's physical state. The group of methods that change the physico-chemical composition of the fuel can be divided into two subgroups: fuel purification from impurities and chemical fuel treatment.

The most fundamental way to improve fuel performance in shipboard conditions is by changing its physical state. This is primarily because resinous formations in the fuel, with increased surface activity, coagulate around particles of mechanical impurities, forming a stable water-fuel emulsion. During cleaning, mechanical impurities and water are removed, and resinous formations are separated and filtered as waste. Thus, when removing non-combustible abrasive particles of mechanical impurities from the fuel, the combustible shell (coat) is also removed, and this, in turn, reduces the calorific value of the fuel. These formations can be retained in the fuel only by destroying them - by homogenization. The use of the homogenization process increases the homogeneity of shipboard fuel, preserves its calorific value by reducing sludge, and removes combustible fuel components.

If the methods of thermal treatment of fuel on ships are used quite actively, then homogenizers have not been widely used. However, they were produced by both domestic and foreign manufacturers. First of all, this was caused by the need for energy consumption for homogenization, additional vibration loads from homogenizers on the engine room structures and ship systems, and even the need to perform routine maintenance work on such devices [3].

The subgroup of homogenization methods includes the following means of fuel treatment: hydrodynamic, magnetic, electric, and ultrasonic.

Although the methods of electric, magnetic, and ultrasonic homogenization of fuel are considered promising, especially in cases where it is necessary to obtain a finely dispersed two-phase system "water - fuel" (which allows for the effective combustion of water-saturated fuels), the issues of their implementation on ships are currently not sufficiently studied. They are under development and are not yet actively used in practice. However, there are already prerequisites for their application, especially in combination with other known methods of processing marine fuel [3, 4].

Thus, today, special attention is required for the effective use of the hydrodynamic method of fuel processing on ships, which can be implemented both in dedicated devices and in complex fuel preparation systems [5-8]. The essence of the hydrodynamic method of homogenization of fuel (pre-compressed to 15...25 MPa) is to reduce its pressure sharply. At the same time, due to the homogenizing effect, the resinous-asphalt formations contained in the fuel are destroyed and evenly distributed in the fuel medium.

By its nature, hydrodynamic fuel processing is similar to nozzle-based fuel atomization. A hydrodynamic-type homogenizer has many common structural elements with the fuel supply system. In both cases, the high pressure is created by a pump (usually a plunger pump). The homogenizing head, in which the fuel is reduced, resembles the atomizing device of an injector.

Hydrodynamic homogenizers of the valve type are produced with a capacity of 250 to 10,000 l/hour in three-, five-, seven-plunger (and more) versions. Some foreign companies produce homogenizers with increased working pressure and two-stage reduction.

In a rotor-type homogenizer, fuel is homogenized by passing it through a system of rotating wheels with blades. The rotor consists of several wheels rotating at high speed between the stationary stator blades. The hydrodynamic effect is created by using blades with a special profile, so that when the rotor blades rotate relative to the stationary stator blades, a pulsating high pressure occurs, alternating with sharp pressure drops. As the rotor rotates, the fuel is compressed between the blades as the gap between them decreases. When the blades diverge, the pressure drops sharply, and cavitation phenomena occur, as a result of which the resinous shell of particles of mechanical impurities is destroyed.

A feature of the vibromechanical homogenizer is the use of cavitation induced by spring vibration to destroy resin-asphalt formations. Under the action of vibration of the coils of a rectangular spring, local vacuums are created, alternating with an increase in the pressure of the fuel medium, as a result of which cavitation bubbles are formed, which “close” when the pressure increases, destroying resin-asphalt formations.

**Conclusions.** Vibromechanical fuel treatment has several advantages over other processing methods, the main of which are the simplicity of the homogenizer and the elimination of the need for high fuel pressure.

#### LITERATURE

1. Van Viet Pham (2019) Advanced Technology Solutions For Treatment And Control Noxious Emission Of Large Marine Diesel Engines: A Brief Review. Journal Of Mechanical Engineering Research And Developments, 42(5): 21-27. DOI : <http://doi.org/10.26480/jmerd.05.2019.21.27>

2. Behrendt C., Jasiewicz R., Szczepanek M., Szmukała M. (2021) Combustion of petroleum waste in the marine boilers – Waste preparation technologies and exhaust emission. Part 1: Preparation technologies and their influence on waste morphology. Fuel, Vol. 305, 1 December: 120966. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120966>

3. Руснак Д.Ю. (2024) Особливості комплектації суднових систем підготовки палива. Суднові енергетичні установки: науково-технічний збірник. Одеса: НУОМА, Вип. 49: 98-109. DOI : <http://doi.org/10.31653/smf49.2024.98-109>

4. Марченко О.О., Сагін С.В. (2021) Вдосконалення процесу очищення суднових важких палив. Суднові енергетичні установки: науково-технічний збірник. Одеса: НУОМА, Вип. 42: 75-79. DOI : <http://doi.org/10.31653/smf42.2021.75-79>

5. Гурич К.Ю., Андреев А.А. (2023) Доцільність обробки палива суднових дизелів магніто-гідродинамічними активаторами. Суднова енергетика: стан та проблеми : матеріали XI міжнар. наук.-техн. конф. Миколаїв : Вид. Торубара В. В.: 205-207. <https://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/7679>

6. Huryn K., Andreiev A. (2024) Improving Fuel Efficiency and Environmental Compatibility of Marine Diesel Engines Through Fuel Treatment with Magneto-Hydrodynamic Activators. Сучасний стан та проблеми двигунобудування : матеріали VIII міжнар. наук.-техн. конф. Миколаїв : Ліон: 127-128. <https://eir.nuos.edu.ua/handle/123456789/9986>

7. Гурич К.Ю., Андреев А.А. (2023) Підвищення ефективності суднових дизелів шляхом обробки палива магніто-гідродинамічними активаторами. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XIV Міжнар. наук.-техн. конф.: матеріали. Миколаїв : НУК: 169-172. <https://eir.nuos.edu.ua/items/af68b07c-0fac-478c-87f0-c1be6c5e484d>

8. Zhang Z, Zheng X, Cui D, Yang M, Cheng M, Ji Y. Прогрес досліджень технології паливних елементів у морських застосуваннях: огляд. Журнал морської науки та інженерії . 2025; 13(4):721. <https://doi.org/10.3390/jmse13040721>

# ВИКОРИСТАННЯ ПОГОДНИХ ДОДАТКІВ У СУДНОПЛАВСТВІ

Янченко-Герман Р.Ф.

ВСП «Морський коледж Херсонської державної морської академії»  
Джібладзе Н.В. викладач ВСП МФК ХДМА, викладач вищої категорії, викладач-методист

**Вступ.** У сучасних умовах розвитку морського транспорту особливого значення набуває забезпечення безпеки судноплавства [1-5]. Одним із головних факторів, що впливають на ефективність та безпечність морських перевезень, є погодні умови. Раптові зміни вітру, штормові явища, циклони та високі хвилі можуть створювати значну небезпеку для судна, екіпажу та вантажу. Саме тому сучасне судноплавство неможливе без використання цифрових систем прогнозування погоди [6]. Раніше моряки орієнтувалися переважно на природні ознаки: напрямок вітру, форму хмар, атмосферний тиск та поведінку хвиль. Проте такі методи були недостатньо точними та не дозволяли завчасно прогнозувати складні погодні явища. Розвиток супутникових технологій, комп'ютерного моделювання та мережі Інтернет сприяв створенню сучасних погодних додатків, які забезпечують оперативний доступ до метеорологічної інформації в режимі реального часу [7]. Сучасні погодні додатки дозволяють отримувати дані про швидкість і напрямок вітру, температуру повітря, висоту хвиль, атмосферний тиск, циклони та інші небезпечні явища. Це значно підвищує рівень безпеки мореплавства та дозволяє оптимізувати маршрути суден [8].

**Результати досліджень.** У процесі дослідження було проаналізовано основні погодні додатки (таблиця 1), які використовуються у сучасному судноплавстві, а саме: Windy, PredictWind, SailGrib WR, Weather4D та Navionics Boating . Одним із найпоширеніших сервісів є Windy. Даний додаток відомий завдяки інтерактивній карті та високій якості візуалізації погодних даних. Програма дозволяє відображати рух вітру, температуру, хвилі, опади та інші метеорологічні параметри. Особливістю сервісу є використання декількох моделей прогнозування погоди, зокрема ECMWF та GFS, що дозволяє підвищити точність аналізу погодної ситуації. До основних переваг Windy належать простота використання, наочність та широкий функціонал.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика погодних додатків

Додаток	Тип	Основна функція	Переваги	Недоліки
Windy	універсальний	візуалізація погоди	простий, точний	потребує досвіду
PredictWind	професійний	маршрутизація	точний, спеціалізований	дорогий
SailGrib WR	спеціалізований	розрахунок маршруту	індивідуальний під судно	складний
Weather4D	комплексний	інтеграція погоди і навігації	зручний	платний
Navionics	навігаційний	карти + погода	універсальний	обмежена метео-функція

Професійним інструментом для морського прогнозування є PredictWind. Основною особливістю даного сервісу є функція погодного маршрутування. Програма враховує характеристики судна, швидкість руху, напрямок вітру та течій, після чого автоматично буде найбільш ефективний маршрут. Використання PredictWind дозволяє зменшити

витрати палива та підвищити безпеку плавання. Недоліком програми є складність використання та необхідність платної підписки для доступу до всіх функцій. Також у роботі було розглянуто додаток SailGrib WR, який орієнтований на максимально точне маршрутування. Програма використовує полярні діаграми судна, що дозволяє враховувати особливості руху конкретного судна при різних погодних умовах. Завдяки цьому забезпечується висока точність розрахунків швидкості та ефективності руху [9]. Weather4D поєднує функції погодного прогнозування та навігації в одному інтерфейсі. Користувач може одночасно аналізувати маршрут та погодні умови безпосередньо на карті. Додаток підтримує GRIB-файли, інформацію про течії та припливи, що робить його універсальним інструментом для судноплавства [10]. Navionics Boating є насамперед навігаційним сервісом, який також має базові погодні функції. Програма містить детальні морські карти, інформацію про глибини та навігаційні об'єкти, що робить її популярною серед моряків.

Проведений аналіз показав, що кожен із досліджених додатків має власну спеціалізацію та використовується залежно від умов плавання, типу судна та професійних потреб користувача.

**Висновки.** Отже, погодні додатки є важливою складовою сучасного судноплавства. Їх використання дозволяє своєчасно отримувати інформацію про погодні умови, підвищувати рівень безпеки мореплавства, оптимізувати маршрути та зменшувати витрати палива. У результаті проведеного дослідження встановлено, що сучасні погодні сервіси мають широкий функціонал та активно використовуються як професійними моряками, так і любителями мореплавства. Найбільш ефективними є системи, які поєднують функції прогнозування та маршрутизації. Подальший розвиток супутникових технологій, автоматизованих навігаційних систем та штучного інтелекту сприятиме підвищенню точності прогнозів і вдосконаленню погодних додатків у майбутньому.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Zinchenko S., Tovstokoryi O., Mateichuk V., Nosov P., Popovych I., Kyrychenko K. Application of the conditional optimization method in the problem of vessel stormy sailing. ICST. 2024. P. 388-398.
2. Lokukaluge P. Perera, C. Guedes Soares. Weather routing and safe ship handling in the future of shipping. Ocean Engineering. 2017. Vol. 130. P. 684-695. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.09.007>.
3. Zinchenko S., Tovstokoryi O., Kyrychenko K., Nosov P., Ihor Popovych. Analytical Model of a Ship's Stability on a Regular Wave. International Scientific Conference "Intellectual Systems of Decision Making and Problem of Computational Intelligence". 2024. P. 51-68.
4. Pennino S, Gaglione S, Innac A, Piscopo V, Scamardella A. Development of a New Ship Adaptive Weather Routing Model Based on Seakeeping Analysis and Optimization. Journal of Marine Science and Engineering. 2020. 8(4):270. <https://doi.org/10.3390/jmse8040270>.
5. Zaccone R., Figari M., Altosole M., Ottaviani E., Soares C., Santos T. Fuel saving-oriented 3D dynamic programming for weather routing applications. In Proceedings of the Maritime Technology and Engineering III, MARTECH 2016, Lisbon, Portugal, 4–6 July 2016. P. 183–189.
6. Discover Boating. Best Marine Weather Apps for Boaters [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Discover Boating
7. Pera Sail. Top Marine Weather Apps for Sailors [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Pera Sail
8. Oria Marine. The Best Apps for Boaters [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Oria Marine
9. Android Ayuda. Best Android Apps for Maritime Navigation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Android Ayuda
10. Yacht.de. Sailing Weather and Navigation Apps Guide [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Yacht.de

**ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОСВІТИ ЯК СТРАТЕГІЧНА ОСНОВА РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ДЕРЖАВИ**

Вольська О.М., доктор наук з державного управління, професор,  
Херсонський національний технічний університет  
Момоток Е.Л. здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальності D4 «Публічне управління та адміністрування»,  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Сучасний етап суспільного розвитку характеризується масштабними трансформаційними процесами, зумовленими стрімким поширенням цифрових технологій, глобалізацією інформаційного простору та зміною підходів до організації управлінської, економічної й освітньої діяльності. За таких умов особливого значення набувають питання розвитку освіти, науки та підготовки кадрів, оскільки саме людський капітал стає основним ресурсом забезпечення конкурентоспроможності держави, її економічної стійкості та здатності адаптуватися до сучасних викликів.

**Результати дослідження.** Цифровізація поступово змінює не лише форми комунікації чи організації праці, а й саму логіку функціонування системи освіти. Традиційна модель передачі знань уже не відповідає сучасним потребам суспільства, оскільки динамічний розвиток технологій потребує постійного оновлення професійних компетентностей та здатності швидко адаптуватися до нових умов. У зв'язку з цим сучасна система освіти має бути орієнтована не лише на формування теоретичних знань, а й на розвиток критичного мислення, навичок аналітичної діяльності, цифрової грамотності та практичного використання інформаційно-комунікаційних технологій [1]. Особливої актуальності набуває проблема підготовки кадрів для сфери публічного управління, оскільки цифрова трансформація держави супроводжується впровадженням електронних сервісів, цифрових платформ, систем електронної взаємодії та технологій штучного інтелекту. У результаті змінюються вимоги до професійної компетентності державних службовців та управлінців. Сучасний фахівець у сфері публічного управління повинен володіти навичками роботи з цифровими системами, вміти аналізувати великі обсяги інформації, використовувати електронні ресурси для прийняття управлінських рішень, а також забезпечувати ефективну цифрову комунікацію між органами влади та громадськістю.

Разом із цим розвиток цифрового суспільства формує нові виклики для освітньої системи [2]. Не зважаючи на активне впровадження дистанційного навчання та цифрових платформ, рівень доступу до сучасних технологій і цифрових ресурсів залишається нерівномірним, це створює ризики поглиблення соціальної диференціації та обмежує можливості окремих категорій населення щодо отримання якісної освіти.

Важливу роль у процесах модернізації освіти відіграє наука. Саме наукові дослідження формують підґрунтя для розвитку інноваційних технологій, створення нових методів навчання та впровадження сучасних підходів до організації освітнього процесу. В умовах цифрової трансформації наука стає не лише джерелом нових знань, а й інструментом забезпечення технологічного розвитку держави. Результати наукових досліджень активно використовуються у сфері цифрового врядування, кібербезпеки, розвитку штучного інтелекту, інформаційної аналітики та управління даними. Одним із ключових напрямів розвитку сучасної освіти є інтеграція науки, освіти та практики. Співпраця закладів освіти з органами державної влади, науковими установами та представниками бізнесу дозволяє забезпечити більш якісну підготовку фахівців відповідно до реальних потреб ринку праці. Така взаємодія сприяє оновленню освітніх програм,

впровадженню практикоорієнтованого навчання, розвитку дуальної освіти та формуванню професійних компетентностей, необхідних для роботи в умовах цифрової економіки.

Окремої уваги в сучасних умовах потребує розвиток цифрових освітніх технологій, оскільки саме вони поступово формують нову модель організації освітнього процесу. Використання електронних платформ, інтерактивних засобів навчання, систем дистанційної освіти та цифрових комунікацій значно розширює можливості освітньої діяльності [3]. Завдяки впровадженню цифрових технологій забезпечується гнучкість навчального процесу, підвищується доступність освітніх ресурсів, розширюються можливості індивідуалізації навчання та створюються умови для безперервного професійного розвитку людини незалежно від місця її проживання чи професійної зайнятості. Сучасні цифрові технології дозволяють забезпечити оперативний доступ до навчальних матеріалів, організувати інтерактивну взаємодію між викладачем і здобувачами освіти, використовувати мультимедійні засоби навчання, віртуальні лабораторії, системи тестування та цифрові освітні середовища. У результаті змінюється сама логіка освітнього процесу, яка дедалі більше орієнтується на самостійну роботу, розвиток аналітичного мислення, формування цифрових компетентностей та здатність працювати з інформаційними ресурсами.

У сучасних умовах особливого значення набуває концепція навчання впродовж життя, яка передбачає безперервне оновлення професійних знань, умінь та навичок людини відповідно до динамічних змін суспільного розвитку. Стрімке поширення цифрових технологій, автоматизація виробничих процесів, розвиток штучного інтелекту та трансформація ринку праці призводять до швидкого оновлення професійних вимог і появи нових спеціальностей, значна частина яких ще кілька років тому фактично не існувала. У таких умовах отримання освіти лише на початковому етапі професійного становлення вже не може гарантувати фахівцю конкурентоспроможність та професійну стабільність упродовж усього життя. Сучасний працівник змушений постійно адаптуватися до нових технологічних умов, освоювати цифрові інструменти, оновлювати професійні компетентності та розвивати навички роботи в інформаційному середовищі. Особливо це стосується сфер публічного управління, освіти, науки, економіки та інформаційних технологій, де зміни відбуваються найбільш динамічно. У результаті система професійної підготовки кадрів поступово трансформується від моделі одноразового здобуття освіти до моделі безперервного професійного розвитку, що охоплює формальну, неформальну та інформальну освіту.

**Висновок.** Таким чином, розвиток освіти, науки та підготовки кадрів є стратегічною передумовою успішного функціонування держави в умовах цифрової трансформації. Формування сучасного кадрового потенціалу, здатного ефективно працювати в цифровому середовищі, впроваджувати інноваційні рішення та забезпечувати розвиток держави, виступає одним із ключових напрямів сучасної державної політики. Саме інтеграція освіти, науки та цифрових технологій створює основу для формування конкурентоспроможного суспільства, розвитку людського капіталу та забезпечення сталого розвитку держави в умовах глобальних трансформацій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Головка Д. Ю. Цифрова трансформація у сфері освіти: виклики та можливості для підготовки кваліфікованих кадрів. Актуальні питання у сучасній науці. 2023. № 11(17). С.831–842. DOI: 10.52058/2786-6300-2023-11(17)-831-842.
2. Северина Л., Здоровець О., Беляєва О. Цифрова трансформація освіти Педагогічні науки та освіта. 2023. Вип. XLIV-XLV. С. 76-84.
3. Конрад Т. І. та ін. Цифрова трансформація освіти і науки в Україні в контексті стратегічного галузевого партнерства з країнами ЄС та інтеграції до ЄПВО. Наукоємні технології. 2024. № 3. С. 234-242. DOI: 10.18372/2310-5461.63.18946

# ЗАСТОСУВАННЯ БУЛЕВИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ СПРОЩЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ ПРОТОКОЛІВ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

Іванчук О.В., доктор філософії  
Козел В.М., кандидат технічних наук, доцент  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Розвиток технологій призвів до появи систем розумного будинку, що мають підключення до мережі Інтернет. Всі пристрої у таких системах відносяться до Інтернету речей. Інтернет речей (Internet of Things, IoT) - це система колективної мережі підключених пристроїв та технологій, що полегшує зв'язок між пристроями та хмарою, а також між самими пристроями [1, 2].

З кожним роком кількість пристроїв Інтернету речей постійно зростає. Одночасно з цим збільшується і число нових протоколів для проектування таких систем, а також удосконалюються вже наявні протоколи з метою забезпечення вимог до функціонування систем Інтернету речей.

**Результати дослідження.** Протоколи, що застосовуються в системах Інтернету речей, визначають правила передавання даних між пристроями, які входять до складу системи. Вони описують способи організації зв'язку, сигнали та структуру даних. Протоколи поділяються на два типи [3]:

- протоколи передачі сигналів;
- протоколи структури даних.

Протоколи передачі сигналів відповідають за середовище для передачі даних, підтвердження передачі, адресацію та розділення на пакети.

Протоколи структури даних визначають форматування ідентифікаторів та корисної інформації у пакетах даних.

До протоколів передачі сигналів належать:

Wi-Fi; Bluetooth; NB-IoT; ZigBee; 6LoWPAN; WirelessHART.

До протоколів структури даних відносяться:

HTTP; SOAP; XMPP; STOMP; CoAP; MQTT та MQTT-SN.

Для полегшення процесу вибору можна застосувати перелік рекомендацій, які дають змогу визначити найбільш ефективну комбінацію протоколу передачі сигналу та протоколу структури даних [4]:

- Для передачі відео- та аудіоданих у мережі потрібна висока швидкість обміну інформацією, тому для таких систем доцільно використовувати протокол передачі сигналів Wi-Fi.

- У випадку необхідності передачі даних на великі відстані оптимальним рішенням є застосування протоколу NB-IoT.

- Для спрощення інтеграції системи з мережею Інтернет рекомендується використовувати протокол передачі сигналів 6LoWPAN разом із протоколом структури даних HTTP.

- Якщо система потребує розподіленої мережі обробки даних, доцільно застосовувати протокол XMPP, який підтримує міжсерверний обмін даними без використання додаткових модулів.

- Для реалізації віддаленого керування пристроями рекомендовано протокол MQTT, який забезпечує підтримку активності пристроїв у режимі очікування командного пакета даних.

- Для полегшення інтеграції сторонніх розробників у систему варто використовувати протокол SOAP, оскільки він базується на мові розмітки XML, що спрощує створення та обробку пакетів даних.

- У персональних мережах пристрої можуть передавати дані на відстань до 10 метрів, у локальних мережах — до 200 метрів, а в системах із масштабним розгортанням дальність передавання може сягати 50 км.

Оскільки правила не є простим методом вибору протоколу, то можна використовувати булеві функції. Для протоколів передачі сигналів можна використати наступні функції для перевірки відповідності протоколів до заданих вимог [4]:

$$\begin{aligned}
 F_{Wi-Fi}(abc) &= a\bar{b}\bar{c} + ab\bar{c} + abc = a\bar{c} + ab \\
 F_{Bluetooth}(abc) &= a\bar{b}\bar{c} \\
 F_{NB-IoT}(abc) &= a\bar{b}\bar{c} \\
 F_{ZigBee}(abc) &= a\bar{b}\bar{c} \\
 F_{MeshLogic}(abc) &= a\bar{b}\bar{c} \\
 F_{6LoWPAN}(abc) &= a\bar{b}\bar{c} + a\bar{b}c = a\bar{c} \\
 F_{WirelessHART}(abc) &= a\bar{b}\bar{c}
 \end{aligned} \tag{1}$$

де значення змінних визначаються відповіддю на питання в булевому еквіваленті: а – «відстань передачі у протоколі відповідає вимогам системи?», b – «наявна передача відео/аудіо даних?», c – «проста інтеграція у мережу інтернет?».

Протоколи структури даних мають власні функції для перевірки їх на можливість використання у системі:

$$\begin{aligned}
 F_{HTTP}(abcd) &= a\bar{b}\bar{c}d \\
 F_{SOAP}(abcd) &= a\bar{b}\bar{c}\bar{d} \\
 F_{XMPP}(abcd) &= a\bar{b}\bar{c}d \\
 F_{STOMP}(abcd) &= a\bar{b}\bar{c}\bar{d} \\
 F_{CoAP}(abcd) &= a\bar{b}\bar{c}\bar{d} \\
 F_{MQTT}(abcd) &= a\bar{b}cd
 \end{aligned} \tag{2}$$

де значення змінних визначаються відповідями на питання: а – «потрібна розподілена мережа серверів обробки?», b – «потрібна спрощена інтеграція для сторонніх розробників?», c – «необхідне швидка реакція пристроїв на команди від серверу?», d – «проста інтеграція у мережу інтернет?».

**Висновок.** Використання булевих функцій дозволяє спростити процедуру вибору протоколів для систем Інтернету речей базуючись на відповідях з простих питань. Застосування подібних функцій відкриває можливості для програмних реалізацій систем, що здатні обирати протоколи маючи інформацію про характеристики систем Інтернету речей.

## ЛІТЕРАТУРА

1. What is the Internet of Things (IoT)? URL: <https://aws.amazon.com/what-is/iot/> (дата зверення: 12.05.2026).
2. Nimodiya Aditi, Ajankar Shruti. A Review on Internet of Things. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. 2022. P. 135-144. DOI: 10.48175/IJARSCT-2251.
3. Іванчук О.В., Козел В.М., Зоря Р.І. Дослідження протоколів та стандартів ІоТ. Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні: матеріали VI Всеукраїнської наук.-практ. Інтернет-конф. здобувачів вищої освіти та молодих вчених (30 листопада 2023 р., м. Хмельницький, м. Херсон) / за ред. А.А. Григорової. – Херсон: Книжкове видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2023. –с 173-174
4. Kozel, V., Ivanchuk, O., Drozdova, I., Prykhodko, O. Automation of the Protocol Selection Process for IoT Systems. International Journal of Computing. 2022. 21(2). Pp. 251-257. DOI: 10.47839/ijc.21.2.2594

# ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТІ

Кириченко А.В., студентка 3 курсу, спеціальність «Менеджмент»,  
Прохорчук С.В., к.е.н., професор  
Заклад вищої освіти «Міжнародний університет бізнесу і права»

**Вступ.** Зараз, коли Україна у 2026 році проходить через цифрові зміни та нові виклики, використання штучного інтелекту в навчанні — це вже не просто популярна тема, а реальна необхідність для розвитку країни. Якщо дивитися з точки зору менеджменту, то інструменти ШІ допомагають краще розпоряджатися часом і людськими ресурсами, що добре впливає на підготовку майбутніх спеціалістів [1].

Актуальність цієї роботи пояснюється тим, що роль викладача та студента зараз сильно змінюється через постійний контакт людини з новими технологіями. Старі методи навчання часто не встигають за тим, як швидко з'являється нова інформація, тому використання алгоритмів машинного навчання для обробки великих даних стає важливою частиною покращення менеджменту в освіті. Це зумовлено тим, що сьогодні студенти сильно залежать від сучасних технологій, які допомагають їм краще вчитися та розвиватися як професіоналам. Завдяки цьому можна не лише полегшити виконання звичних щоденних завдань, а й розробити більш гнучкі та зручні формати навчання, які краще підходять під сучасні запити ринку праці.

Важливу роль у системі управління освітою сьогодні відіграє використання штучного інтелекту для стратегічного планування та оцінювання результатів навчання. Для менеджерів освітніх проєктів такі технології дають можливість прогнозувати, які навички будуть найбільш потрібними, а також частково автоматизувати перевірку та контроль знань. Це допомагає ухвалювати більш обґрунтовані управлінські рішення на основі фактичних даних, а не тільки теоретичних прогнозів [2].

**Результати дослідження.** Аналіз того, як інструменти штучного інтелекту впроваджуються в навчання, дозволяє виділити кілька основних напрямків для покращення менеджменту. Насамперед це стосується персоналізації навчання, коли системи ШІ вивчають успішність студентів і допомагають скласти для них індивідуальні плани занять [2; 1]. Також використання зручних платформ та сучасних віртуальних інструментів допомагає краще засвоювати матеріал і ставати більш самостійними у навчанні [3]. У підсумку це допомагає знизити ймовірність відрахування студентів та робить їх більш задоволеними навчальним процесом.

Важливим напрямком також є покращення адміністративної роботи за допомогою автоматизації звичних справ, наприклад, перевірки завдань або допомоги студентам через чат-боти. Це дозволяє викладачам витратити більше часу на науку та власне навчання, що добре впливає на загальну атмосферу в закладі [1]. Крім того, використання підходу Data-driven в управлінні допомагає менеджерам приймати рішення, спираючись на аналіз великої кількості інформації. Наприклад, автоматична перевірка знань із використанням математичної статистики дозволяє швидше розбиратися в результатах навчання та забезпечувати більш чесний контроль за успішністю студентів [4].

Основні переваги та показники ефективності використання ШІ в освітньому менеджменті наведено у таблиці нижче.

Разом із цим успіх від використання штучного інтелекту багато в чому залежить від того, наскільки готове технічне обладнання та чи зможе заклад підлаштувати свою внутрішню культуру під нові технології. Гарний менеджмент у цій справі має поєднувати цифрові новинки із дотриманням правил етики. Важливо зважати не лише на шанси покращити якість навчання, а й на можливі загрози, як-от безпека особистих даних та чесність у навчанні [2; 3].

Таблиця 1. Вплив ШІ на ефективність освітнього процесу

Напрямок оптимізації	Традиційний підхід	Підхід з використанням ШІ	Показник ефективності
Адміністрування	Високе навантаження на персонал, ручна обробка даних	Автоматизація збору та обробки даних, використання чат-ботів	Зменшення витрат часу на адміністративну роботу до 60%
Навчальний план	Уніфікований, статичний, повільне оновлення	Адаптивний, персоналізований, динамічне оновлення	Підвищення якості навчання за рахунок індивідуального підходу
Моніторинг якості	Періодичний (сесії, контрольні), суб'єктивний	Моніторинг у реальному часі (Real-time), Data-driven аналітика	Підвищення об'єктивності контролю, оперативне виявлення проблем

**Висновки.** Отже, ця робота показує, що штучний інтелект зараз — це вже не просто допоміжна програма, а важливий ресурс, який допомагає зробити сучасну освіту набагато кращою. Якщо дивитися з боку менеджменту, то головна вигода від ШІ полягає у переході від звичайних і не дуже гнучких методів управління до сучасних систем, які опираються на аналіз реальних показників (Data-driven management) [2]. Це дозволяє не лише підлаштувати навчання під кожного студента окремо, а й приймати більш правильні рішення в управлінні, що допомагає уникати особистих помилок і краще використовувати можливості закладу.

Ефективність використання штучного інтелекту в освіті залежить не лише від того, наскільки просунуті самі технології, а й від того, чи готове керівництво змінювати внутрішні правила та організацію роботи в закладі. Щоб усе пройшло вдало, потрібен комплексний підхід: вкладати гроші в техніку, дбати про безпеку в інтернеті, розробити етичні правила та заохочувати працівників освоювати нові інструменти. При цьому важливо пам'ятати, що автоматизація звичних справ не забирає роботу у викладача, а навпаки — дає йому шанс приділяти більше часу творчості, порадам студентам та науковим проектам [1].

Майбутня робота менеджерів в освітній галузі має бути спрямована на те, щоб зменшити цифровий розрив і створити безпечне та доступне електронне середовище для кожного. Тільки якщо поєднувати нові технології з розвитком м'яких навичок (soft skills) і критичного мислення, можна буде якісно готувати спеціалістів. Такі фахівці зможуть впевнено працювати в умовах постійних змін і допомагати розбудові незалежної та технологічно розвиненої України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Панухник О. В. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ. Галицький економічний вісник. 2023. Т. 84, № 4. С. 202–211. URL: [https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk\\_tntu2023.04.202](https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2023.04.202).
2. Використання штучного інтелекту в освітньому процесі: переваги та загрози / Я. В. Карлінська та ін. Актуальні питання у сучасній науці: серія «Педагогіка». 2025. № 12(42). С. 1719–1733. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-12\(42\)-1719-1733](https://doi.org/10.52058/2786-6300-2025-12(42)-1719-1733).
3. Бубнов І. Штучний інтелект в освіті: нові можливості та непередбачувані виклики. Youth, education and science through today's challenges : Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference, м. Бордо, 4–6 груд. 2023 р. 2023. С. 214–218. URL: [https://www.researchgate.net/publication/391646046\\_STUCNIJ\\_INTELEKT\\_V\\_OSVITI\\_NOVI\\_MOZLIVOSTI\\_TA\\_NEPEREDBACUVANI\\_VIKLIKI](https://www.researchgate.net/publication/391646046_STUCNIJ_INTELEKT_V_OSVITI_NOVI_MOZLIVOSTI_TA_NEPEREDBACUVANI_VIKLIKI).
4. Забуга А. Автоматизація оцінювання успішності студентів за допомогою методів математичної статистики. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки. 2023. Т. 34(73), № 3. С. 146–150. URL: [https://www.researchgate.net/publication/373205549\\_STUDENT\\_PERFORMANCE\\_ASSESSMENT\\_AUTOMATION\\_WITH\\_MATHEMATICAL\\_STATISTICS\\_METHODS](https://www.researchgate.net/publication/373205549_STUDENT_PERFORMANCE_ASSESSMENT_AUTOMATION_WITH_MATHEMATICAL_STATISTICS_METHODS).

# ІДЕМПОТЕНТНІСТЬ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ ЯК ПРІОРИТЕТНИЙ НАПРЯМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Матвійчук О.В., здобувач третього освітньо-наукового рівня вищої освіти спеціальності  
F3 Комп'ютерні науки  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Пріоритетним напрямом розвитку науки в умовах сучасних викликів є створення високонадійних розподілених систем. В умовах воєнного стану в Україні, що характеризується нестабільністю інфраструктури зв'язку та блекаутами, проблема ідемпотентності транзакцій набуває критичного значення для збереження консистентності економічних даних.

Коли система намагається обробити збіг шляхом повторного надсилання запиту (retry policies), виникає критичний ризик дублювання транзакцій — наприклад, подвійного списання коштів, кратного резервування дефіцитних товарів (зокрема, товарів подвійного призначення чи волонтерських закупівель) або створення хибних замовлень. Впровадження надійних механізмів ідемпотентності є критично важливим для збереження довіри до цифрових систем, забезпечення економічної безпеки та безперебійного логістичного забезпечення в країні.

Метою роботи є розробка та практична апробація методу забезпечення ідемпотентності в мікросервісних архітектурах, що нівелює проблему станів гонитви (race conditions) при дублюванні запитів.

У межах дослідження спроектовано архітектуру експериментальної платформи ResiCommerce (базовий стек: Python 3.12, gRPC, PostgreSQL). Запропоновано гібридний алгоритм дворівневого захисту, який поєднує:

1. Оптимістичну фільтрацію (Optimistic Read) на рівні прикладних сервісів — швидка перевірка наявності ключа ідемпотентності (наприклад, Idempotency-Key у HTTP-заголовках або токена в gRPC-метаданих) перед початком обробки.

2. Песимістичний контроль (Pessimistic Guard) на рівні системи управління базами даних (СУБД) — використання транзакцій ACID та унікальних індексів (UNIQUE constraint) для гарантованого блокування конкурентних потоків, що намагаються зафіксувати ідентичний стан.

**Результати дослідження.** Емпірична оцінка запропонованого гібридного методу підтвердила його високу ефективність у стресових умовах. Механізм «раннього виходу» (Early Exit) для ідемпотентних повторів дозволяє скоротити затримку (latency) обробки в середньому на 90–95% (з 450 мс до 12 мс). При цьому, у випадках конкурентного доступу (сценарій Concurrent Reserve), затримка p95 залишається в межах встановленого SLO (1200 мс), повністю блокуючи створення дублікатів і повертаючи консистентну відповідь.

Залежно від доменного контексту (транзакційні фінансові операції чи фонові сповіщення), розроблено рекомендації щодо використання DB-backed (на базі СУБД) або In-Memory (обмежена дедуплікація в оперативній пам'яті) стратегій збереження ключів ідемпотентності.

**Висновок.** В умовах постійних загроз фізичній інфраструктурі зв'язку, програмна відмовостійкість виступає головним фактором виживання бізнесу. Запропонований гібридний метод ідемпотентності дозволяє розподіленим системам електронної комерції зберігати 100% консистентність даних навіть при масованих мережевих збоях та повторних клієнтських запитах. Це рішення повністю відповідає пріоритетним напрямкам розвитку технологій стабілізації цифрової інфраструктури в умовах сучасних криз та воєнного стану.

# ІНТЕГРАЦІЯ ВЕБСЕРВІСІВ, ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕТОДИЧНУ СИСТЕМУ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

Музика І.В., здобувач ступеня вищої освіти «бакалавр»,  
Херсонський державний університет

**Вступ.** Сучасна шкільна освіта в Україні перебуває на етапі глибоких трансформацій, спричинених як глобальним технологічним прогресом, так і вимушеними змінами умов навчання внаслідок воєнного стану. У цьому контексті традиційні підходи дедалі частіше поступаються місцем новим моделям, де ключову роль відіграє комплексна цифровізація. Особливої уваги потребує природничо-наукова освіта, де засвоєння складних процесів, прихованих від безпосереднього спостереження, вимагає від учнів високого рівня абстрактного та просторового мислення.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та практична апробація методичного супроводу викладання природничих дисциплін із використанням інтегрованого каскаду цифрових рішень. Об'єктом дослідження виступає процес навчання дисциплін природничого циклу в закладах загальної середньої освіти (на прикладі пропедевтичного курсу географії 6-го класу), а предметом — методика впровадження вебсервісів, ГІС-технологій та інструментів штучного інтелекту (ШІ) у навчальну траєкторію з метою візуалізації динамічних природних процесів.

Для досягнення мети використано комплекс методів: теоретичний аналіз науково-педагогічної літератури для з'ясування стану цифровізації освіти та емпіричні методи, включаючи моделювання навчальних ситуацій та апробацію цифрових уроків під час виробничої практики. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю переходу від статичної наочності до імерсивних технологій, які дозволяють візуалізувати динамічні процеси та адаптувати навчання до потреб «цифрового покоління» учнів згідно з вимогами Нової української школи (НУШ).

**Результати дослідження.** Сучасна концептуальна модель діджиталізації природничої освіти передбачає перехід від фрагментарного використання ІКТ до створення цілісної цифрової екосистеми, що забезпечує гнучкість та стійкість навчання [1]. Авторська методика базується на каскадному впровадженні цифрових інструментів, де кожен наступний етап поглиблює розуміння навчального матеріалу. Реалізація такого підходу сприяє трансформації учнів із пасивних споживачів контенту на активних дослідників.

У даній роботі для системної діджиталізації методичного супроводу класифіковано використаний інструментарій на три функціональні групи: геоінформаційні системи (ГІС), інтерактивні вебсервіси та системи штучного інтелекту (ШІ). Такий розподіл дозволяє охопити всі етапи навчального циклу — від первинної візуалізації абстрактних концепцій до практичного моделювання процесів та підсумкового оцінювання знань. Комплексне застосування цих засобів забезпечує матеріалізацію прихованих природних явищ (як-от рух літосферних плит чи ерозійні процеси) у наочні моделі, доступні для сприйняття учнями. Ключові функціональні можливості обраних рішень узагальнено в табл. 1.

На етапі методичного планування та адаптації контенту ключову роль може відігравати система NotebookLM [5]. Використання ШІ як персоналізованого асистента дозволяє вчителю природничого циклу автоматизувати створення структури уроку, генерувати віково-адаптовані пояснення та проблемні запитання на основі перевірених джерел, що критично важливо для запобігання фактологічним помилкам.

Як зазначає О. Бондаренко [2], інтеграція ГІС у шкільну освіту трансформує учнів із пасивних споживачів контенту на активних дослідників, здатних опрацьовувати великі масиви просторових даних. Реалізація дослідницького підходу (Inquiry-Based Learning) передбачала апробацію веб-ГІС National Geographic MapMaker [3].

Таблиця 1. Інтегрований комплекс цифрових засобів навчання природничих дисциплін (авторська розробка на основі 2-6)

Категорія інструменту	Репрезентативні приклади	Ключові функціональні можливості
Геоінформаційні системи (ГІС)	National Geographic MapMaker, Google Earth Pro, Seismic Explorer	Моніторинг процесів у реальному часі, шарування просторових даних, вимірювання та побудова профілів рельєфу.
Вебсервіси та 3D-симуляції	Mozaik3D, Topographic-map.com, PhET Interactive Simulations	Візуалізація внутрішньої будови об'єктів, моделювання тектонічних і ерозійних процесів, імерсивне занурення.
Системи штучного інтелекту (ШІ)	NotebookLM, Gemini, Claude	Адаптація навчального контенту, генерація концептуальних візуальних моделей, автоматизація створення методичних нотаток.

Даний сервіс володіє значним арсеналом тематичних шарів (понад 50 категорій: від біомів і кліматичних поясів до щільності населення), що робить його універсальним інструментом для вивчення будь-якої природничої дисципліни. Як приклад, використано шар «Seafloor Crustal Age», який дозволяє учням шляхом індуктивного міркування самостійно виявити закономірності руху літосферних плит через аналіз віку океанічної кори (рис. 1).

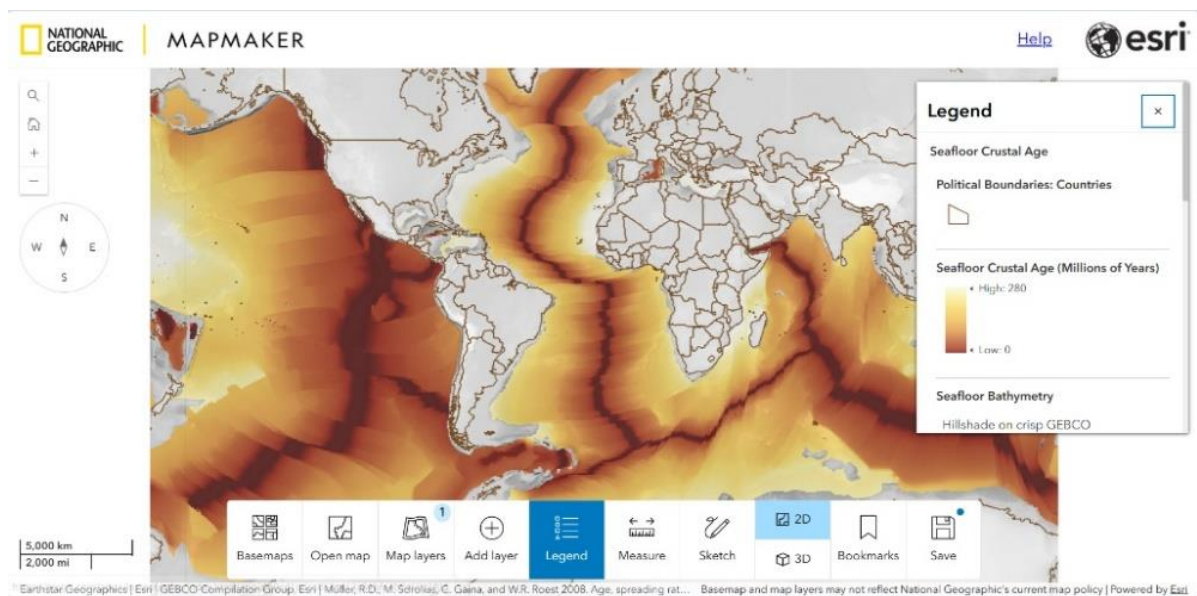


Рисунок 1. Візуалізація просторового розподілу віку океанічної кори у середовищі ГІС MapMaker

Наступним кроком є візуалізація процесів, що відбуваються в надрах об'єктів дослідження. Для цього застосовуються імерсивні 3D-сцени Mozaik3D [4]. Це дозволяє «зазирнути» всередину вулканів, клітин чи геологічних розломів, перетворюючи абстрактні схеми на динамічні просторові образи.

Завершальним етапом «каскаду» є демістифікація складних картографічних та фізичних понять за допомогою генеративного ШІ Gemini 3 Flash Image [6-8]. Результати дослідження підтверджують, що створення концептуальних 3D-моделей (наприклад, перетворення тривимірного рельєфу на площину з ізолініями) сприяє миттєвому формуванню правильних когнітивних образів у школярів (рис. 2).



Рисунок 2. Концептуальна візуалізація ізоліній рельєфу (згенерована за допомогою моделі Gemini 3 Flash Image)

**Висновки.** У результаті дослідження теоретично обґрунтовано та практично апробовано методичний супровід викладання природничих дисциплін із використанням інтегрованого каскаду цифрових рішень. Встановлено, що системне впровадження веб-ГІС (MapMaker), 3D-симуляцій (Mozaik3D) та генеративного ШІ (NotebookLM, Gemini) дозволяє успішно долати когнітивні бар'єри учнів, візуалізуючи приховані динамічні процеси. Практична апробація підтвердила, що такий підхід не лише підвищує пізнавальний інтерес, а й сприяє розвитку критичного просторового мислення школярів, що відповідає вимогам Нової української школи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Башуцька, О. С., Нелепова, А. В., & Пиж, Н. М. (2025). Діджиталізація освіти як ключовий чинник ефективності сучасного освітнього процесу. Педагогічна Академія: наукові записки, (20).
2. Bondarenko O. Teaching geography with GIS: a systematic review, 2010-2024. *Science Education Quarterly*. 2025. Vol. 2, no. 1. P. 24–40. URL: <https://doi.org/10.55056/seq.903> (дата звернення: 10.05.2026).
3. National Geographic MapMaker | Teach with Interactive Maps. GIS Software for Mapping and Spatial Analytics | Esri. URL: <https://www.esri.com/en-us/industries/k-12-education/mapmaker> (дата звернення: 10.05.2026).
4. Interactive 3D scenes. Mozaik Digital Education and Learning. URL: [https://www.mozaweb.com/en\\_US/lexikon.php?cmd=getlist&let=3D&sid=FOL&subtopic\\_azon=geologia&order\\_type=azon&pg=3](https://www.mozaweb.com/en_US/lexikon.php?cmd=getlist&let=3D&sid=FOL&subtopic_azon=geologia&order_type=azon&pg=3) (дата звернення: 10.05.2026).
5. NotebookLM. Google. URL: <https://notebooklm.google.com/> (дата звернення: 10.05.2026).
6. Gemini. Google DeepMind. URL: <https://gemini.google.com/> (дата звернення: 10.05.2026).
7. Morgacheva Natalya, Sotnikova Elena, Yakushina Anna, Petrenko Anna, Vorobev Yurii, Tretyak Elena. Use of media and geoinformation technologies and artificial intelligence systems in the educational process for the preservation of natural ecosystems and biodiversity. *International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences*. 2025. Vol. 15. Issue 4. P. 333. DOI: 10.31407/ijeec15.441.
8. Melnyk I.G., Havriushenko H.V., Mohylnyi S.H. Application of artificial intelligence technology in geographic and land management education. *Актуальні питання у сучасній науці*. 2024. № 5 (23). С. 719–729.

# ГІБРИДНА МЕТОДИКА СЕМАНТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТОВАРНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЗАШУМЛЕНИХ ДАНИХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ

Шевченко О.В., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності  
ФЗ «Комп'ютерні науки»,  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Сучасний розвиток електронної комерції, зокрема у моделях типу «маркетплейс» (Amazon, Walmart і т.д.) супроводжується необхідністю обробки великих масивів неструктурованих даних. Ключовою науково-прикладною задачею є зіставлення (matching) товарних позицій із прайс-листів постачальників із каталогами маркетплейсів. Головною перешкодою є зашумленість вхідних даних: відсутність уніфікованих ідентифікаторів (UI) товарів (наприклад, UPC/EAN), різні формати файлів, варіативність назв, описів, фотографій. Детерміновані методи порівняння рядків (метод Exact match) можуть використовуватись лише при наявності чіткої структури вхідних даних і UI по яким можна однозначно зробити зіставлення. Таким чином товарні позиції без UI або просто ігноруються при аналізі, або потребують залучення людини у процес для ручного аналізу, що призводить до втрати прибутку або зростання видатків. Тому виникає потреба у архітектуру обробки з відповідною методикою, що і буде розглянуто в даному дослідженні [1-5].

**Результати досліджень.** Нижче наведено порівняльний аналіз існуючих підходів [1-3].

Таблиця 1. Порівняльний аналіз методів ідентифікації товарів

Метод	Точність (Accuracy)	Вартість (TCO)	Гнучкість	Особливість
Детермінований (Excel/SaaS)	100%	Низька	Відсутня	Працює лише за наявності UI
Семантичний (Vectorizer)	Середня	Низька	Висока	Векторний пошук ембедінгів
Інтелектуальний (LLM Агенти)	Висока	Висока	Дуже висока	Агентний аналіз LLM
Гібридний (пропонований)	Висока	Оптимальна	Висока	Багаторівневий пайплайн

У даному дослідженні ми розглянемо методіку семантичної ідентифікації товарних об'єктів у зашумлених потоках даних електронної комерції з використанням гібридної архітектури [2], яка включає як детерміновані, так і інтелектуальні методи, що дає найбільшу ефективність за трьома основними параметрами: точність, вартість, гнучкість.

Запропонована методіка базується на принципах багатоагентної архітектури та двостадійного семантичного пошуку (Two-stage Retrieval). На рисунку 1 наведена концептуальна схема загальної архітектури.

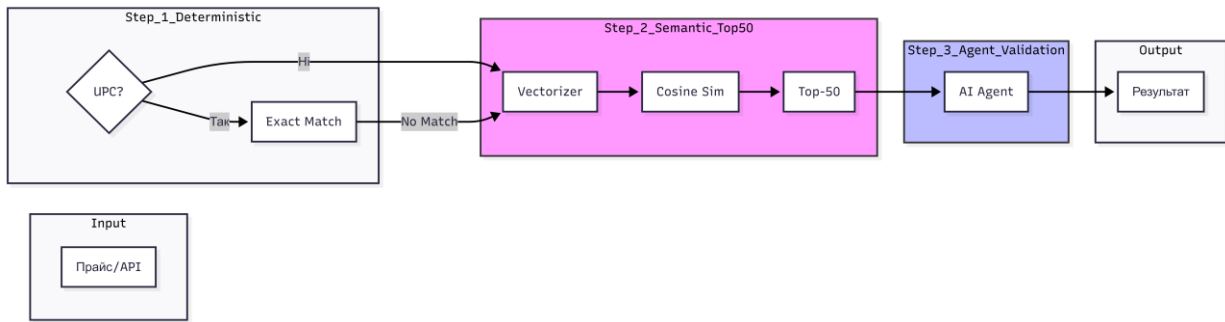


Рисунок 1. Концептуальна схема загальної архітектури

Процес обробки кожної товарної позиції проходить через наступні стадії:

**Детермінований контур.** Перевірка наявності УІ (UPC або іншого коду). Якщо код знайдено та підтверджено у базі даних маркетплейсу (Exact Match), товар автоматично схвалюється. Це мінімізує операційні витрати (ТСО).

**Семантичний контур (Стадія 1).** У разі відсутності УІ застосовується метод векторизації назв за допомогою трансформерних моделей (наприклад, Sentence-BERT). Кожен об'єкт перетворюється на вектор у багатовимірному просторі. Міра близькості між товаром постачальника (вектор A) та товаром каталогу (вектор B) обчислюється через косинусну подібність:

$$sim(A, B) = \frac{\sum_{i=1}^n A_i B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n B_i^2}} \quad (1)$$

Для забезпечення швидкодії системи реалізовано відбір Top-50 найбільш релевантних товарних позицій-кандидатів. Це дозволяє відсіяти понад 99% невідповідних позицій без значних обчислювальних витрат на дорогі токени інтелектуальної LLM [3].

**Інтелектуальний контур та мультимодальний аналіз (Стадія 2).** Обрані 50 кандидатів передаються інтелектуальному агенту (на базі LLM), який виконує роль крос-енкодера. Агент аналізує не лише семантичний зміст тексту, а й візуальні атрибути (зображення упаковки, комплектацію), що дозволяє усунути хибнопозитивні результати [4].

**Верифікація за моделлю Human-in-the-Loop (HITL).** Важливою складовою методики є динамічна оцінка впевненості системи S. Якщо показник S знаходиться в діапазоні низької впевненості ( $S < 0.7$ ), система ініціює ескалацію на людину-експерта. Це дозволяє мінімізувати критичну ціну помилки (CWE), яка в електронній комерції може призвести до закупівлі нерелевантного товару [5-10].

Загальну логіку переходів об'єкта між станами представлено на діаграмі станів нижче:

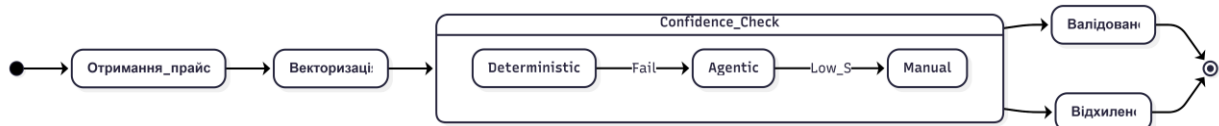


Рисунок 2. Діаграма переходів об'єкта між станами

Наукова новизна та очікувані результати полягають в удосконаленні методики ідентифікації об'єктів у неструктурованих потоках даних шляхом інтеграції детермінованих фільтрів та семантичних агентів з механізмом HITL. Очікується, що впровадження даної методики дозволить:

розширити обсяг ідентифікованих товарних позицій на 25–35% у порівнянні з класичними методами;

знизити обчислювальні витрати на використання хмарних LLM-моделей завдяки попередній векторній фільтрації;

зменшити навантаження на аналітиків за рахунок автоматизації 85–90% рутинних операцій зіставлення товарів.

**Висновки.** Запропонована методика дозволяє подолати межу детермінізму існуючих систем автоматизації електронної комерції. Використання двостадійного підходу (Vectorizer + LLM Agent) забезпечує високу точність ідентифікації товарів у зашумлених прайс-листах при мінімізації витрат на обчислювальні ресурси. Теоретичний аналіз вказує на можливість розширення вибірки ідентифікованих товарів на 25–35% у порівнянні з детермінованими методами, що базуються виключно на UPC-кодах.

Важливим практичним наслідком проведеного дослідження є універсальність розробленого підходу. Запропонована гібридна методика семантичної ідентифікації об'єктів не обмежується виключно сферою електронної комерції. Дана методика може бути адаптована для інших галузей (наприклад, логістики чи медицини), де також існує проблема зіставлення великих масивів зашумлених та неструктурованих даних.

Використання двостадійного інтелектуального підходу (векторний пошук у поєднанні з LLM-агентами) та інтеграція механізму Human-in-the-Loop (HITL) дозволять ефективно вирішувати задачі управління невизначеністю в цих сферах, забезпечуючи високу точність обробки інформації при одночасній мінімізації сукупної вартості володіння (TCO) та критичної ціни помилки (CWE).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Zhang, X., Guo, F., Chen, T., Pan, L., Beliakov, G., & Wu, J. (2023). A brief survey of machine learning and deep learning techniques for e-commerce research. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(4), 2188—2216.
2. Ali, M. A., & Dornaika, F. (2025). Agentic AI: a comprehensive survey of architectures, applications, and future directions. *arXiv preprint arXiv:2510.25445*.
3. Habib, A., Gu, Y. H., Abdulmahmod, O. F., Aydoğan, M., Raza, M., & Al-antari, M. A. (б. д.). Towards explainable AI in agentic retrieval-augmented generation: A systematic review.
4. Chowa, S. S., Alvi, R., Rahman, S. S., Rahman, M. A., Raiaan, M. A. K., Islam, M. R., Hussain, M., & Azam, S. (2025). From language to action: A review of large language models as autonomous agents and tool users. *arXiv preprint arXiv:2508.17281*.
5. Adabara, I., Olaniyi Sadiq, B., Nuhu Shuaibu, A., Ibrahim Danjuma, Y., & Maninti, V. (2025). Trustworthy agentic AI systems: A cross-layer review of architectures, threat models, and governance strategies for real-world deployment. *F1000Research*, 14, 905.
6. Rane, N. L., Paramesha, M., Choudhary, S. P., & Rane, J. (2024). Artificial intelligence, machine learning, and deep learning for advanced business strategies: A review. *Partners Universal International Innovation Journal*, 2(3), 147—171.
7. Li Bing, Lei Qi, Hybrid IoT and Data Fusion Model for e-Commerce Big Data Analysis, *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022. 2292321. 16 pages. <https://doi.org/10.1155/2022/2292321>.
8. Mero J. The effects of two-way communication and chat service usage on consumer attitudes in the e-commerce retailing sector, *Electronic Markets*. 2018. 28(2). P. 205–217, <https://doi.org/10.1007/s12525-017-0281-2>, 2-s2.0-85039854280.
9. Vanneschi L., Horn D. M., Castelli M., and Popovič A., An artificial intelligence system for predicting customer default in e-commerce, *Expert Systems with Applications*. 2018. 104, no. aug., 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.03.025>.
10. Arnold F., Cardenas I., Sörensen K., and Dewulf W., Simulation of B2C e-commerce distribution in Antwerp using cargo bikes and delivery points, *European Transport Research Review*. 2018. 10, no. 1, 1–13, <https://doi.org/10.1007/s12544-017-0272-6>.

# КРИТЕРІЇ АДЕКВАТНОСТІ ЦИФРОВИХ АНАЛОГІВ: МЕТРОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ТА ВАЛІДАЦІЯ ДАНИХ

Дядюра К.О., доктор технічних наук, професор  
Барбашин А.А., аспірант  
Національний університет «Одеська політехніка», Україна

**Вступ.** Перехід до парадигми Індустрія 4.0 та розгортання кіберфізичних систем вимагає створення високоточних цифрових аналогів реальних об'єктів — Digital Twins (DT). Цифровий двійник не є простою 3D-моделлю; це динамічна система, яка в режимі реального часу синхронізується з фізичним об'єктом через мережу датчиків (ІоТ/ІіоТ).

Критичною проблемою інтеграції фізичного та віртуального світів є достовірність даних. Рішення, які приймаються на основі предиктивної аналітики цифрового двійника (наприклад, прогнозування зносу інструменту у верстатах з ЧПК або оптимізація режимів роботи складних механізмів), є ефективними лише за умови належного метрологічного забезпечення вимірювальних каналів. Відсутність стандартизованих підходів до оцінки невизначеності в таких динамічних і розподілених системах знижує довіру до результатів моделювання [1]. Існуючі міжнародні стандарти (зокрема серії ISO/IEC 20924 щодо ІоТ та ISO 23247 щодо цифрових двійників у виробництві) визначають загальну архітектуру інтеграції, проте не містять вичерпних методик метрологічного супроводу. Традиційна метрологія зосереджена на статичному калібруванні окремих засобів вимірювальної техніки (ЗВТ) [2]. Натомість інтеграція фізичного об'єкта з DT вимагає переходу до динамічного метрологічного забезпечення, де необхідно враховувати безперервний потік даних, затримки в каналах зв'язку (Latency) та похибки апроксимації математичних моделей [3, 4]. Таким чином, забезпечення метрологічної адекватності цифрових двійників формує нагальну потребу в розробці нових наукових засад, теоретичних моделей та практичних методів кількісної оцінки якості даних та невизначеності вимірювань, спеціально адаптованих для розподілених інформаційно-вимірювальних архітектур реального часу.

Мета досліджень – розробити теоретичні засади та практичні рекомендації щодо вдосконалення метрологічного забезпечення процесів синхронізації даних між фізичними об'єктами та їх цифровими двійниками для підвищення достовірності функціонування кіберфізичних систем.

**Результати досліджень.** Інформаційно-вимірювальна система (ІВС) цифрового двійника за своєю природою є гетерогенною, багаторівневою ієрархічною структурою. Відповідно до еталонних моделей, процес інформаційної взаємодії передбачає безперервний збір первинних сигналів з фізичного елемента, їх попередню локальну обробку, маршрутизацію через багатовузлові промислові мережі зв'язку та остаточну інтеграцію в цифровому ядрі обчислювальної системи. Для системного аналізу джерела виникнення метрологічної невизначеності доцільно розподілити за трьома фундаментальними рівнями архітектури цифрового двійника:

1. Фізичний рівень (Sensory Layer): інструментальна невизначеність первинних перетворювачів, вплив зовнішніх дестабілізуючих факторів (температура, вібрація, електромагнітні завади).

2. Мережевий рівень (Communication Layer): втрата пакетів даних, асинхронність вибірок від різних сенсорів, джитер (jitter) та затримки передачі даних, які призводять до розсинхронізації станів об'єкта і моделі у часі.

3. Цифровий рівень (Computational Layer): похибки квантування, фільтрації шумів, а також алгоритмічна невизначеність математичної моделі двійника.

Спираючись на концепцію процесно-орієнтованих цифрових двійників [1], критичного значення набувають:

– багатовимірність вимірювань: необхідність оцінки невизначеності просторової інтерполяції даних (температурні градієнти, тиск тощо);

– інерційність сенсорів: динамічна похибка, що десинхронізує фізичний об'єкт та його аналог, якщо постійна часу датчика перевищує швидкість зміни параметра.

Відповідно до досліджень [2], застосування DT для колаборації команд проєктувальників висуває додаткові вимоги до якості віртуальних даних. У такому середовищі кілька віддалених груп інженерів одночасно взаємодіють з віртуальною моделлю. З метрологічної точки зору це створює специфічні виклики:

– семантична інтеперабельність метрологічних даних: різні програмні комплекси (CAD/CAE/CAM), що використовуються партнерами, повинні однаково інтерпретувати допуски, похибки та результати віртуальних вимірювань. Розбіжності в інтерпретації призводять до накопичення алгоритмічних похибок на етапі прототипування;

– віртуальна метрологія (Virtual Metrology): під час спільного віртуального тестування (Virtual Testing) необхідно оцінювати невизначеність самих імітаційних моделей (моделювання зносу, деформацій), щоб гарантувати, що спільні проєктні рішення приймаються на основі валідованих прогнозів.

Для мінімізації відхилень між фізичним об'єктом та його цифровим аналогом запропоновано наступні рішення:

– лгоритмічна компенсація затримок: впровадження методів часового маркування (Time-Stamping) на апаратному рівні сенсорів (наприклад, з використанням протоколу RTP - IEEE 1588) для точної синхронізації масивів даних перед їх подачею у ядро двійника;

– динамічне калібрування: використання методів машинного навчання для виявлення дрейфу нуля та зміни чутливості датчиків у процесі експлуатації. Цифровий двійник повинен мати підсистему "самодіагностики" вимірювальних каналів, яка порівнює фактичні покази з предиктивними очікуваннями і сигналізує про необхідність метрологічної повірки;

– адаптивні фільтри: застосування розширеного фільтра Калмана (EKF) або фільтрів частинок для злиття даних (Data Fusion) від гетерогенних джерел, що дозволяє суттєво зменшити складову  $u_{\text{sensor}}$  за рахунок перехресної верифікації параметрів.

**Висновки.** Інтеграція фізичних об'єктів та їх цифрових аналогів вимагає докорінного перегляду підходів до оцінки якості вимірювальної інформації. Запропонована комплексна модель бюджету невизначеності дозволяє кількісно оцінити ступінь розбіжності між реальним об'єктом та Digital Twin. Подальший розвиток інформаційно-вимірювальних технологій у цій сфері має бути спрямований на розробку стандартизованих протоколів динамічного калібрування датчиків "на льоту" та створення алгоритмів компенсації часової асинхронності в промислових мережах зв'язку. Впровадження цих методів є критичною умовою для безпечної та надійної експлуатації кіберфізичних систем, роботизованих комплексів та технологічного обладнання.

## ЛІТЕРАТУРА

2. Vodyaho A.I., Zhukova N.A., Ananeva V.Y. Use of Digital Threads and Digital Twin Systems in Socio-Cyber-Physical Systems. *Autom. Doc. Math. Linguist.* 2024. 58. P. 431–440.

2. Chen J., Zhao Y., Huo D., et al. Design and modeling of process manufacturing-oriented digital twin system. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 2025. 140. P. 743–762.

3. da Trindade E.S., da Costa C.A., de Souza V.C. Digital twin for product design collaboration: a systematic literature review. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 2025. 136. P. 4751–4767.

4. Chaudhari S.S., Bhole K.S. & Rane S.B. Industrial Automation and Data Processing Techniques in IoT-Based Digital Twin Design for Thermal Equipment: A case study. *J. Inst. Eng. India Ser. C.* 2025. 106, P. 553–569

# ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ РЕЄСТРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОСТЕЖУВАНOSTІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ШВЕЙНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Дядюра К.О., доктор технічних наук, професор  
Стеценко В.В., аспірант

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

**Вступ.** Сучасна текстильна та швейна промисловість функціонує в умовах безпрецедентної глобалізації, надзвичайної фрагментованості виробничих процесів та експоненційного зростання вимог до прозорості з боку кінцевих споживачів і регуляторних органів. Індустрія моди традиційно розглядається як сектор економіки з високою динамікою, що вимагає максимально швидкого реагування на постійні зміни клієнтського попиту, зберігаючи при цьому бездоганну якість та жорсткий контроль над операційними витратами. Проте архітектура ланцюгів постачання, особливо у сегменті масового виробництва та створення одягу преміум-класу, залишається обтяженою застарілими методологіями управління, які не відповідають викликам цифрової епохи [1]. Фундаментальною проблемою залишається так звана «криза прозорості» ланцюгів постачання. Як наслідок, формується екосистема, в якій жоден учасник, включаючи головні світові бренди, не має повного, стовідсоткового бачення походження свого продукту [2].

Український контекст додає до цих викликів необхідність економічного відновлення в умовах воєнного стану, де цифрові технології відіграють вирішальну роль у сприянні інклюзивності, підвищенні прозорості та ефективному управлінні обмеженими ресурсами. Впровадження управлінських рішень на основі верифікованих даних є життєво необхідним для підвищення конкурентоспроможності підприємств на міжнародній арені. Технологія блокчейн виступає не просто як інструмент фінансових транзакцій, а як фундаментальна виробнича інновація. Блокчейн розглядається як децентралізована база даних, розподілена на криптографічно захищені блоки, що керуються мережею вузлів без необхідності єдиного централізованого сервера. Застосування децентралізованих додатків (DApps) забезпечує безпеку, ефективність та автономію, що дозволяє кардинально вдосконалити системи контролю якості продукції та моніторингу продуктивності праці на швейних підприємствах [3].

Метою дослідження є розроблення та теоретичне обґрунтування концептуальної архітектури інтелектуальної системи управління швейним підприємством на основі синергії технологій блокчейну, Інтернету речей (IoT), штучного інтелекту (AI) та цифрових двійників (Digital Twins) для забезпечення абсолютного контролю якості, переходу до циркулярної економіки та оптимізації продуктивності праці.

Для вирішення окресленого комплексу проблем необхідна імплементація технології розподілених реєстрів. Оскільки використання публічних блокчейнів є неприйнятним для бізнесу через ризики розголошення комерційної таємниці, оптимальним рішенням є архітектура «блокчейну з дозволеним доступом» (permissioned blockchain), зокрема фреймворк Hyperledger Fabric. Цей фреймворк забезпечує прозору, захищену від втручання платформу для моніторингу потоку товарів від сировини до дистрибуції.

**Результати досліджень.** Впровадження розробленої комплексної системи на базі блокчейну, смарт-контрактів та цифрових двійників було оцінено з використанням методів комп'ютерного моделювання та аналізу метрик операційної досконалості. Отримані результати підтверджують високу ефективність запропонованої архітектури за кількома ключовими напрямками:

1. Оптимізація системи контролю якості та комплаєнсу. Інтеграція IoT-датчиків з незмінним розподіленим реєстром дозволила ліквідувати сліпі зони у виробництві. Формування «Цифрового паспорта продукту» та використання функції смарт-контрактів

для простежуваності виробу від сировини до готової одиниці забезпечило скорочення часу на проведення комплаєнс-аудитів (відповідності стандартам якості та екологічності) на 40%. Крім того, наявність криптографічно підтвердженої історії транзакцій дозволила пришвидшити вирішення суперечок між контрагентами та покупцями у 6 разів.

2. Підвищення продуктивності праці та надійності оцінювання. Використання 3-ланцюгової моделі (ID-Chain, Behavior Chain, Credit Chain) алгоритмізувало процес оцінки персоналу, усунувши ризики маніпуляцій з боку менеджменту. Для підтвердження стабільності системи нарахування відрядної заробітної плати (Quality Incentive Contracts) було застосовано фреймворк Hyperledger Caliper, який симулював навантаження від 5 до 5000 одночасних транзакцій (імітація пікових навантажень у кінці робочої зміни великої фабрики). Результати бенчмаркінгу довели, що розгорнута на базі Hyperledger Fabric мережа здатна безперебійно обробляти мікроплатежі та кадрові смарт-контракти (високий Throughput, низька Latency) без потреби у дорогих серверних потужностях.

3. Досягнення операційної досконалості та підтримка циркулярної економіки.

Застосування концепції Цифрового двійника (Digital Twin) у текстильному виробництві, згідно з дослідженнями 2026 року, дозволило перевести оптимізацію ресурсоемних процесів (наприклад, фарбування, волого-теплової обробки та розкрою) у віртуальне середовище. Це знизило обсяг передспоживчих відходів і витрати енергії. Цифрові двійники, об'єднані з блокчейном, стали фундаментом для економіки замкненого циклу: точна інформація про хімічний склад матеріалів збережена в розподіленому реєстрі, що суттєво спрощує сортування та регенерацію відходів після завершення життєвого циклу одягу. Загалом система переводить фокус підприємства із простого скорочення витрат на ресурсоефективне та інклюзивне виробництво (у парадигмі Індустрії 5.0).

**Висновки.** Грунтовний аналіз механізмів управління на швейних підприємствах свідчить, що традиційні підходи до контролю якості та оцінки продуктивності праці вичерпали свій потенціал і не здатні ефективно протидіяти інформаційній асиметрії та операційній неефективності у складних глобальних ланцюгах постачання. Цифрова трансформація виробництва на базі децентралізованих архітектур (Hyperledger Fabric) відкриває нову парадигму індустріального управління. По-перше, інтеграція технології розподілених реєстрів з передовими системами Інтернету речей та Цифровими двійниками (Digital Twins) уможливорює створення віртуальної моделі виробництва і «цифрового паспорта» для кожного окремого виробу. Це забезпечує тотальну простежуваність (traceability), дозволяє оптимізувати ресурсоемні процеси (наприклад, фарбування тканин) і гарантує автентичність продукції на кожному етапі. Синергія блокчейну, ШІ та Цифрових двійників формує надійний фундамент для забезпечення операційної досконалості та переходу до циркулярної економіки (Circular Economy), дозволяючи мінімізувати виробничі відходи та підтримувати екологічні ініціативи підприємства. Отже, імплементація технології блокчейну та цифрових двійників становить собою комплексну модернізацію індустріального укладу, формуючи висококонкурентну, етичну та фінансово стійку бізнес-модель.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Rahaman M., Pranta A.D., Ahmed S. Transitioning from Industry 4.0 to Industry 5.0 for Sustainable and Additive Manufacturing of Clothing: Framework, Case Studies, Recent Advances, and Future Prospects. *Mater. Circ. Econ.* 2025. 7. P. 20.
2. Nahid-Ull-Islam M., Hasan S.M., Akter M., et al. Opportunities and Challenges of Implementing Society 5.0 in the Textile Industry: A Review. *Mater. Circ. Econ.* 2025. 7. P. 39.
3. Fareed A.G., Petrillo A., De Felice F. A digital twin framework for circular economy and operational excellence in textile manufacturing. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 2026. 143. P. 29–49.

# МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗКРОЮ ОДЯГУ

Дядюра К.О., доктор технічних наук, професор  
Мокій О.М., аспірант

*Національний університет «Одеська політехніка», Україна*

**Вступ.** Сучасна світова індустрія моди та швейного виробництва переживає період глибокої технологічної трансформації, переходячи від традиційних мануфактурних процесів до парадигми Індустрії 4.0 та 5.0. Науково-дослідна база в галузі автоматизації та інтелектуалізації швейного виробництва формується на перетині кількох дисциплін: прикладної математики (теорії оптимізації), інформаційних технологій (комп'ютерного зору, машинного навчання), матеріалознавства та системного аналізу. Аналіз фахової літератури дозволяє виділити три ключові вектори розвитку: вдосконалення класичних систем автоматизованого проектування (САПР), розробка математичного апарату двовимірного пакування (2D nesting) та застосування нейронних мереж у проектуванні сталого одягу [1, 2]. Особливої уваги заслуговують дослідження щодо впровадження багатомасштабних динамічних графових згорткових мереж (MDGCN) для проектування сталого смарт-одягу. Такі мережі інтегрують дані про властивості матеріалів, екологічні індикатори та вимоги користувачів до єдиної системи підтримки прийняття рішень, доповненої механізмами уваги (CBAM). Використання нечіткої комплексної оцінки (fuzzy logic) дозволяє точно моделювати фізичні властивості тканин, наприклад, вологопоглинання та швидкість висихання різних переплетень (саржевого, полотняного, петлев'язаного) та складів (поліестер, бавовна, спандекс, ice silk). За даними досліджень, системи на базі MDGCN знижують час проектування на 50%, забезпечуючи точність вибору матеріалів понад 90% [3].

Метою дослідження є розроблення комплексної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР), яка б об'єднувала процеси параметричного моделювання, інтелектуального конструювання та генеративного розкрою одягу на основі методів штучного інтелекту.

У контексті переходу до економіки замкненого циклу та сталого розвитку, розробка спеціалізованої СППР для швейної промисловості не може обмежуватися простою цифровізацією креслень. Вона вимагає створення інтелектуального середовища, яке здатне обробляти великі дані, використовувати механізми нечіткої логіки та генерувати експертні рекомендації. Впровадження такої системи дозволить мінімізувати участь людини в рутинних операціях, знизити екологічне навантаження, забезпечити перехід до безвідходного виробництва (zero-waste) та підвищити загальну конкурентоспроможність підприємств легкої промисловості.

**Результати досліджень.** Архітектура запропонованої СППР розроблена за модульним принципом і концептуально структурована навколо інформаційних потоків, що супроводжують життєвий цикл швейного виробу. Фундаментальні модулі системи охоплюють:

– модуль введення та збору даних (Ip): Інтерфейс для отримання початкових специфікацій дизайну (скетчів, текстових промптів), даних тривимірного сканування фігури та бази даних матеріалів;

– модуль інтелектуальної обробки (Id): Обчислювальне ядро системи. Використовує фреймворк глибокого навчання (CNN для просторового аналізу та MDGCN для аналізу кореляцій властивостей матеріалів та екологічних індикаторів);

– двигун генеративного розкрою (Generative Nesting Engine): Підсистема, що реалізує розв'язання задачі двовимірного пакування на основі комбінації евристик та еволюційних обчислень, здатна динамічно змінювати топологію лекал (ко-дизайн);

– модуль підтримки управлінських рішень та ERP-інтеграції (Ir): Інтерфейс (Human-in-the-loop), який повертає користувачеві оптимізовані рекомендації щодо матеріалів, карти крою з прогнозованим рівнем відходів та фінансові розрахунки, інтегруючись з базами даних BAS.

Для того щоб СППР могла оперувати цими багатовимірними характеристиками та одночасно враховувати екологічні чинники (відповідно до вимог декарбонізації), обчислювальне ядро побудовано на основі багатомасштабної динамічної графової згорткової мережі (MDGCN), підсиленої механізмом просторово-канальної уваги (CBAM).

Математична архітектура моделі функціонує в просторі графа  $G = (V, E)$ , який містить  $N$  вузлів:

– множина вершин  $V$  репрезентує конкретні матеріали та їх ізольовані характеристики (гігроскопічність, міцність на розрив, коефіцієнт усадки);

– множина ребер  $E$  відображає встановлені статистичні взаємозв'язки між цими параметрами та даними з баз Оцінки життєвого циклу (Life Cycle Assessment, LCA), таких як вуглецевий слід (Carbon footprint) та водний слід (Water footprint);

–  $A$  – матриця суміжності графа, що постійно оновлюється через механізми оцінки структури графа (graph structure estimation layer);

–  $X$  – матриця ознак вузлів, де кожна ознака має розмірність  $F$ .

Для перевірки ефективності запропонованої методології та архітектури СППР було проведено серію обчислювальних експериментів та системних оцінок ключових алгоритмів. Експериментальна валідація цієї архітектури на специфічних датасетах (Wearable Technology Material Properties Dataset — WTMPD та Environmental Impact Assessment Dataset — EIAD) доводить її виняткову ефективність. Застосування MDGCN-базованої СППР забезпечило точність класифікації та вибору матеріалів на рівні 0,964 (recall 0,923) для WTMPD та 0,943 (recall 0,920) для EIAD. Практичне розгортання прототипу системи дозволило скоротити загальний час проектування виробу зі 120 до 60 годин, підвищити точність рекомендацій до 90,2%, забезпечити ефективне використання ресурсів (77,45%) при оптимізованому енергоспоживанні (115,25 кВт·год) та високій реактивності системи (час відгуку 1,56 с).

**Висновки.** Реалізоване дослідження концептуальних та математичних засад побудови інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР) для потреб швейного виробництва дозволяє зробити низку важливих наукових і практичних висновків. Інтеграція метаевристичних підходів (генетичні алгоритми, GRASP, імітація відпалу) не просто вирішує задачу нерегулярного двовимірного пакування з максимальною щільністю, але й, у синергії з підсистемою конструювання (Generative Pattern-Cutting), уможливорює зміну парадигми на виробництво без відходів (zero-waste). Інтеграція метаевристичних підходів (генетичні алгоритми, GRASP, імітація відпалу) не просто вирішує задачу нерегулярного двовимірного пакування з максимальною щільністю, але й, у синергії з підсистемою конструювання (Generative Pattern-Cutting), уможливорює зміну парадигми на виробництво без відходів (zero-waste).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Zheng F., Lu Y., Lee J., et al. An AI-Driven Decision Support System for Sustainable Smart Clothing Design Based on Flexible Material Properties and Environmental Metrics. *Appl. Syst. Innov.* 2026. 9(5). P. 104.
2. Yadav A., Yadav K. Transforming healthcare and fitness with AI powered next-generation smart clothing. *Discov. Electrochem.* 2025. 2. P. 2.
3. Lu Y. Research and implementation of intelligent clothing personalized customization system based on deep learning. *Sci Rep.* 2026. 16. P. 12080.

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ЗЗСО ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ**

Бела О. В., здобувачка третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,  
Комунальний вищий навчальний заклад «Херсонська академія неперервної освіти»  
Херсонської обласної ради

**Вступ.** Сталий розвиток освітнього простору України в умовах повномасштабної війни, демографічних трансформацій, поглибленої цифровізації та підвищених вимог до результатів навчання потребує переосмислення механізмів управління якістю в закладах загальної середньої освіти (далі – ЗЗСО). Освітній простір прифронтових і деокупованих територій – насамперед Херсонської області – функціонує в умовах постійних безпекових ризиків, руйнації освітньої інфраструктури, переміщення учнів і педагогів, тривалого дистанційного та змішаного навчання, інтеграції внутрішньо переміщених здобувачів освіти. За таких обставин якість освіти набуває значення не лише педагогічної категорії, а й чинника соціальної стійкості регіону та передумови сталого розвитку держави. Це актуалізує наукову проблему виокремлення організаційно-педагогічних умов, що забезпечують формування дієвої системи управління якістю в ЗЗСО, спроможної функціонувати в кризовому та посткризовому контексті.

**Результати дослідження.** Теоретико-методологічним підґрунтям дослідження слугує концепція трирівневої методології управління якістю освіти [1]. Філософський рівень (діалектичний підхід, ідеї гуманізації та демократизації освіти, концептуальні положення Е. Демінга) формує ціннісну основу управління; загальнонауковий (системний підхід, принципи Total Quality Management, стандарти серії ISO 9000) – забезпечує його технологічність; конкретно науковий (закономірності педагогічного менеджменту за В. Пікельною, педагогічна кваліметрія, теорія адаптивної школи) – враховує специфіку освітньої галузі. Зазначена методологічна тріада визначає логіку проектування організаційно-педагогічних умов, які тлумачимо як упорядковану сукупність обставин внутрішнього та зовнішнього середовища закладу освіти, що забезпечують функціонування і розвиток системи управління якістю.

На основі узагальнення доробку Т. Лукіної щодо багатовимірної природи якості освіти [2] та з урахуванням регіональних викликів Херсонщини виокремлюємо такі ключові організаційно-педагогічні умови формування системи управління якістю в ЗЗСО:

1) нормативно-правова та управлінська автономія закладу освіти, що передбачає чітке розмежування повноважень засновника, керівника та органів громадського самоврядування, а також інституціалізацію внутрішньої системи забезпечення якості освіти як обов'язкового складника організаційної структури ЗЗСО;

2) розвиток управлінської компетентності керівника закладу освіти, орієнтованої не лише на адміністрування, а й на стратегічне лідерство, ризик-менеджмент та антикризове реагування, що набуває особливої актуальності для шкіл Херсонщини, які функціонують у безпекових умовах підвищеного ризику [3];

3) партисипативність управління через залучення педагогів, здобувачів освіти, батьківської громадськості й територіальної громади до визначення цілей, критеріїв та індикаторів якості, що корелює зі стейкхолдерським підходом, обґрунтованим у міжнародних стандартах ISO 9000 та акцентованим у дослідженнях вітчизняних науковців [1, с. 90];

4) кваліметричне підґрунтя моніторингу освітнього процесу, що передбачає операціоналізацію цілей і результатів навчання, формування об'єктивних індикаторів та використання даних моніторингу для ухвалення управлінських рішень [1];

5) цифровізація управлінських процесів – розгортання інтегрованих електронних систем обліку, обміну даними та звітності, що набуває критичного значення в умовах розосередження учасників освітнього процесу між тимчасово окупованою територією, місцями евакуації, населеними пунктами під обстрілами та локаціями розміщення внутрішньо переміщених осіб;

6) психолого-педагогічний супровід учасників освітнього процесу, формування безпекового та інклюзивного освітнього середовища, інтеграція дітей з-поміж внутрішньо переміщених осіб і тих, які повертаються з окупації, що для Херсонської області становить системний виклик;

7) безперервний професійний розвиток педагогічних і керівних кадрів на засадах освіти впродовж життя, що в умовах Херсонської області передбачає особливу роль закладів післядипломної педагогічної освіти – зокрема Комунального вищого навчального закладу «Херсонська академія неперервної освіти» – як інституційного партнера ЗЗСО у формуванні культури якості [3].

Зазначені організаційно-педагогічні умови узгоджуються з чинною нормативно-правовою базою функціонування ЗЗСО, насамперед з положеннями Закону України «Про освіту» [4] та Закону України «Про повну загальну середню освіту» [5], якими закріплено обов'язковість функціонування внутрішньої системи забезпечення якості освіти в кожному закладі, регламентовано механізми її інституціалізації та визначено базові засади академічної автономії як інституційної рамки для практичної імплементації запропонованих умов. Як підкреслює Д. Рибальченко, ефективне впровадження системи управління якістю в закладах освіти неможливе без чіткого окреслення методологічних засад як цілісної системи філософських, загальнонаукових і педагогічних принципів організації управлінської діяльності [6-8]. У контексті прифронтового регіону це передбачає регіональну адаптацію методологічних орієнтирів з урахуванням специфіки функціонування освітньої мережі в умовах безпекових ризиків.

Освітня система Херсонської області зазнала суттєвих структурних трансформацій унаслідок повномасштабного збройного вторгнення: заклади освіти з юридичними адресами на тимчасово окупованих територіях продовжують функціонувати як суб'єкти української системи освіти; освітній процес у регіоні організовано переважно в дистанційному, частково змішаному форматі; низка об'єктів освітньої інфраструктури зруйнована або пошкоджена внаслідок ракетних обстрілів, дронівих атак та артилерійських ударів, значна частка педагогічних працівників і здобувачів освіти змушена була переміститися до інших регіонів України та за кордон. Деокуповані території потребують комплексного відновлення мережі ЗЗСО, реінтеграції учнів, які тривалий час перебували поза українським освітнім простором, та реактуалізації національних освітніх стандартів. За таких обставин система управління якістю в ЗЗСО має забезпечити не лише поточне функціонування закладів освіти, а й їх інституційну спроможність до відновлення та розвитку, що додатково актуалізує безпековий і реабілітаційний виміри управлінської діяльності керівника закладу освіти.

Зв'язок виокремлених умов із концепцією сталого розвитку освітнього простору розкривається через принцип дуальності управління, обґрунтований у працях з квалітології освіти [1; 2]. Управління функціонуванням системи забезпечує підтримання досягнутого рівня якості в умовах нестабільності, що для тимчасово окупованих, прифронтових та деокупованих регіонів означає збереження наступності та недопущення розриву індивідуальних освітніх траєкторій здобувачів освіти. Управління розвитком – спрямоване на досягнення нових, вищих показників результативності, оновлення моделей навчання та інтеграцію інноваційних практик. Лише поєднання цих двох векторів гарантує адаптивність

освітньої системи Херсонщини в умовах поточних викликів і одночасно закладає інституційне підґрунтя для повоєнного відновлення.

Сталий розвиток освітнього простору у запропонованій інтерпретації охоплює соціальний, інституційний та педагогічний виміри: соціальний – доступність якісної освіти для всіх категорій здобувачів незалежно від місця їх перебування; інституційний – організаційну стійкість мережі ЗЗСО, спроможність до самовідновлення та трансформації; педагогічний – забезпечення особистісного розвитку учнів і професійного зростання педагогів як інтегральних показників результативності управління якістю в закладі освіти [1].

**Висновки.** Формування системи управління якістю в ЗЗСО постає не локальним адміністративним завданням окремого закладу освіти, а необхідною передумовою сталого розвитку освітнього простору України. Виокремлена сукупність організаційно-педагогічних умов – нормативно-правова та управлінська автономія, розвинута управлінська компетентність керівника, партисипативність, кваліметричність моніторингу, цифровізація управлінських процесів, психолого-педагогічний супровід учасників освітнього процесу та безперервний професійний розвиток педагогічних і керівних кадрів – має інтегративний характер і реалізується на трьох методологічних рівнях управління якістю. Для Херсонської області, яка одночасно є прифронтовим регіоном, має деокуповані території та територію, що залишається тимчасово окупованою, вказані умови набувають додаткового значення як чинник освітньої безпеки та інструмент повоєнного відновлення освітньої мережі. Перспективи подальших досліджень пов'язуємо з розробленням прикладної моделі регіональної системи управління якістю освіти, адаптованої до умов кризового і посткризового функціонування ЗЗСО.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бела О. В. Теоретико-методологічні основи управління якістю освіти в закладах загальної середньої освіти. Педагогічний альманах : зб. наук. праць / редкол.: В. В. Кузьменко (голова) та ін. Херсон : КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти» Херсонської обласної ради, 2025. Вип. 60. С. 88–94. DOI: <https://doi.org/10.37915/pa.vi60.682>.
2. Лукіна Т. О. Управління якістю загальної середньої освіти : навч.-метод. посіб. Київ: Педагогічна думка, 2020. 230 с.
3. Жорова І. Я., Вишнеvsька Я. А. Професійний розвиток керівників закладів загальної середньої освіти України в умовах глобалізації. Педагогічний альманах : зб. наук. праць. Херсон : КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2023. Вип. 53. С. 49–55. DOI: <https://doi.org/10.37915/pa.vi53.453>.
4. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 10.05.2026).
5. Про повну загальну середню освіту: Закон України від 16.01.2020 № 463-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20> (дата звернення: 10.05.2026).
6. Рибальченко Д. О. Методологічні засади створення та впровадження системи управління якістю освітніх послуг у ЗНЗ. Науковий вісник Донбасу. 2011. № 3. URL: <https://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN15/index.htm> (дата звернення: 10.05.2026).
7. Демченко В.М. Мовна підготовка публічних управлінців: концептуальні виміри. педагогічний альманах. 2025. (58). С. 165-171. <https://doi.org/10.37915/pa.vi58.611>.
8. Мар'єнко М., Сухіх А. Організація навчального процесу у ЗЗСО засобами цифрових технологій під час воєнного стану. Український педагогічний журнал. 2022. (2). С. 31–37. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-31-37>

# СОЦІАЛЬНО-ЕМОЦІЙНЕ НАВЧАННЯ ЯК СКЛАДНИК СУЧАСНОЇ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ

Жулінська Г.М., аспірант кафедри педагогіки й менеджменту освіти  
КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти»

**Вступ.** Із переходом суспільства на неоіндустріальний етап розвитку, інформатизацією та цифровізацією багатьох сфер життя перед освітою постали принципово нові виклики. Світова педагогічна спільнота зосереджена на розробленні освітньої парадигми, яка б відповідала потребам сучасності, сприяла сталому розвитку людства й водночас залишала в центрі уваги людину, її гуманістичні цінності, а також фізичне й ментальне здоров'я [1]. У цьому контексті одним із ключових сучасних підходів є соціально-емоційне навчання (СЕН).

Соціально-емоційне навчання виходить за межі традиційного засвоєння знань, акцентуючи увагу на формуванні комунікативних навичок, розвитку емпатії та критичного мислення – якостей, необхідних для успішної інтеграції в сучасне суспільство. Усе більше педагогів визнають, що СЕН сприяє побудові ефективних міжособистісних відносин, допомагає створювати безпечне освітнє середовище та покращує емоційне благополуччя здобувачів освіти [5].

Соціально-емоційне навчання є предметом досліджень багатьох науковців. Джозеф Дурлак (Joseph Durlak) відомий своїми метааналізами ефективності програм СЕН, які демонструють позитивний вплив на академічні досягнення та поведінку учнів. Роджер Вайсберг (Roger Weissberg) є одним із засновників організації CASEL (Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning), що займається популяризацією СЕН і дослідженням рівня сформованості м'яких навичок [1]. Андреас Шляйхер (Andreas Schleicher) – директор Директорату освіти та навичок ОЕСР – ініціює дослідження СЕН у межах PISA. Кімберлі Шонерт-Рейхл досліджує вплив СЕН на розвиток дітей і підлітків у шкільному середовищі.

Серед українських дослідників вагомий внесок зробив Олександр Елькін – засновник і голова ради ГО «ЕдКемп Україна», координатор національних досліджень СЕН в Україні [3]. О. Глоба, Л. Гриневич, Т. Дрожжина та ін. у своїх працях аналізували перспективи та можливості впровадження соціально-емоційного навчання в рамках реформи «Нова українська школа» [1]. Н. Дужик досліджувала СЕН у системі сучасних педагогічних знань [5].

**Результати досліджень.** Соціально-емоційне навчання (СЕН) є одним із ключових напрямків сучасної педагогіки, спрямованим на формування в учнів навичок управління емоціями, побудову ефективних міжособистісних відносин й ухвалення відповідальних рішень. Починаючи від 1990-х років СЕН стало невід'ємною складовою глобальної освіти, спрямованої на допомогу здобувачам у досягненні успіху в академічній сфері, професійній діяльності та повсякденному житті [7].

За словами Н. Дужик, соціально-емоційне навчання становить підхід, спрямований на формування в учнів навичок, що впливають на самосвідомість, здатність до комунікації, управління емоціями, емпатію до себе та інших, а також уміння ухвалювати обґрунтовані рішення [5]. Сутність СЕН визначається як процес, у межах якого учні здобувають і ефективно застосовують знання, навички й настанови, потрібні для розуміння та управління власними емоціями, постановлення й досягнення позитивних цілей, побудови здорових взаємин та розв'язання міжособистісних конфліктів.

Із появою СЕН освіта зосередилася на особистості учня та його діяльності: учень є активним учасником навчального процесу, здатним самостійно ідентифікувати власні академічні цілі й оволодівати інструментарієм щодо їх досягнення [10]. По суті вчитель стає модератором соціальної комунікації, яка через групові форми навчання наближає учнів до умов реального життя [9]. Методика СЕН часто називається «відсутнім елементом» –

важливою складовою освіти, що тісно пов'язана з академічними досягненнями, але досі не мала чітко визначеного місця в освітніх програмах [1].

Організація CASEL упродовж багатьох років є джерелом фактичних даних про високоякісне соціальне та емоційне навчання. Вона розглядає СЕН як розвиток п'яти основних структурних елементів-компетенцій [1]:

Самоусвідомлення – здатність розуміти власні емоції, думки й цінності та їхній вплив на ситуацію; включає визначення особистих та культурних цінностей, розуміння власних упереджень, розвиток мислення зростання.

Самоуправління – здатність управляти емоціями й думками задля досягнення цілей; охоплює управління стресом, самодисципліну, самомотивацію, планування та ініціативність.

Соціальна свідомість – здатність розуміти позицію інших і співпереживати; передбачає виявлення емпатії, сприйняття різноманітних соціальних норм та розуміння впливу соціальних систем на поведінку.

Побудова стосунків – здатність установлювати й підтримувати здорові стосунки; включає ефективну комунікацію, культурну компетентність, командну роботу, конструктивне вирішення конфліктів і лідерство.

Ухвалення відповідальних рішень – здатність робити конструктивний вибір щодо власної поведінки на основі критичного мислення, оцінювання фактів і передбачення наслідків своїх дій.

В Україні практики соціально-емоційного навчання представлені передусім відповідними програмами, що реалізуються на різних рівнях освіти.

Програма «Соціально-емоційне та етичне навчання» (СЕЕН) – міжнародна освітня програма, розроблена спеціалістами Університету Еморі. Вона побудована на трьох вимірах – усвідомленості, співпереживанні та залученості – кожен із яких розглядається на особистісному, соціальному та системному рівнях. В Україні СЕЕН пілотується від 2019 року в межах всеукраїнського експерименту (наказ МОН України від 18.11.2019 № 1431) [7]. Програма охоплює вісім розділів: від створення атмосфери співпереживання в класі до підсумкового проекту «Робимо світ кращим».

Навчальна програма «Ненасильницьке спілкування» впроваджується від 2015 року у форматі окремих занять та позакласних заходів [8]. Вона передбачає тренінги з відпрацювання реакції в конфліктній ситуації й базується на чотирьох компонентах: безоцінне спостереження, визначення почуттів, визначення потреб і висловлення прохань. Програма сприяє формуванню навичок ненасильницького спілкування та управління гнівом.

Програма «Соціальні та емоційні компетентності XXI століття» (Lions Quest) адаптована в Україні з 2016 року й розрахована на школярів 6–17 років [9]. Її впровадження дозволяє знизити рівень стресу, позбутися конфліктної поведінки та булінгу, поліпшити психологічне здоров'я й академічні успіхи. Важливо, що програма також підвищує ефективність учительської праці та запобігає професійному вигоранню педагогів.

Програма «Лідер у мені» від 2020 року впроваджується в українському освітньому просторі [2]. Вона є адаптацією методики Франкліна Кові «Сім звичок високоєфективних людей» для дітей дошкільного та шкільного віку й спрямована на підготовку молодих лідерів через формування навичок, що допомагають досягти успіху. Динаміка розвитку м'яких навичок учнівства відстежується за внутрішньою системою оцінювання Franklin Covey Measurable Results Assessment.

Про те, що рівень сформованості м'яких навичок можна й варто вимірювати, засвідчують результати різних досліджень. 2023 року українське учнівство 10 і 15 років уперше взяло участь у Міжнародному дослідженні соціально-емоційних навичок ДоСЕН-2023 [4]. Дослідження охоплювало такі групи навичок: виконання завдань (наполегливість, відповідальність, самоконтроль); регуляція емоцій (стресостійкість, контроль емоцій,

оптимізм); взаємодія з іншими (впевненість у собі, товариськість); широта кругозору (допитливість, креативність, толерантність); залученість (співпереживання, довіра).

Результати виявилися показовими: показник стійкості українського учнівства становить 12% – один із найвищих у світі. Українські учні рідше пропускають сніданки, частіше виконують фізичні вправи, краще сплять та мають найнижчий рівень навчальної тривожності [4]. У Директораті освіти та навчок при ООН зазначається, що учні з більш розвиненими соціально-емоційними навичками є значно щасливішими, демонструють кращі результати в математиці та читанні, а також відчувають меншу навчальну тривожність.

За результатами ДоСЕН-2023 соціально-емоційні навички є динамічними – їх можна і треба розвивати; вони формуються не ізольовано, а разом з академічним навчанням; становлення навчок відбувається через цілеспрямований освітній вплив; щодо різних груп учнівства доцільно застосовувати диференційовані підходи [6].

**Висновки.** Соціально-емоційне навчання є важливим складником сучасної освітньої парадигми, оскільки сприяє не лише академічному, а й особистісному розвитку здобувачів освіти. Зважаючи на сучасні суспільні вимоги, зростає потреба у впровадженні інноваційних методів навчання, що враховують як когнітивні, так і соціально-емоційні аспекти розвитку учнівства. Особлива роль у цьому процесі належить учителеві як фасилітатору соціальних взаємодій: здатність педагога підтримувати й розуміти учнів суттєво впливає на їхні результати та загальне благополуччя.

Ефективне впровадження принципів СЕН потребує підтримки з боку керівництва закладів освіти, забезпечення необхідних ресурсів і постійного вдосконалення педагогічних методик. Перспективи подальших досліджень убачаємо в побудові моделі впровадження соціально-емоційного навчання в закладах загальної середньої освіти, розробленні інноваційних методичних підходів та систем оцінювання, що відповідатимуть сучасним суспільним викликам.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гриневич Л., Дрожжина Т., Глоба О. та ін. Аналітичний огляд «Можливості для реалізації соціально-емоційного навчання в рамках реформи «Нова українська школа»» / за заг. ред. Л. Гриневич, С. Калашнікової. Київ: Шкільний світ, 2021. 312 с.
2. Веб-сторінка програми «Лідер у мені» в Україні. URL: <https://leaderinme.org.ua/>
3. Елькін О. Б. Соціально-емоційне навчання як затребувана практика формування м'яких навчок учнівства: сучасні виклики та досвід України. Соціальна робота та соціальна освіта. 2023. № 1 (10). С. 42–56.
4. Державна служба якості освіти. ДоСЕН-2023: презентація результатів. URL: <https://sqe.gov.ua/dosen-2023-presentation/>
5. Дужик Н. Соціально-емоційне навчання в системі сучасних педагогічних знань. Актуальні питання гуманітарних наук. 2020. Вип. 27, Т. 2. С. 186–192. URL: [http://www.aphn-journal.in.ua/archive/27\\_2020/part\\_2/30.pdf](http://www.aphn-journal.in.ua/archive/27_2020/part_2/30.pdf)
6. Соціально-емоційні навички для поліпшення якості життя: ключові результати ДоСЕН-2023 для України. Вип. 1. URL: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2024/05/Korotkiy-viklad-zvitu-DoSEN-2023.pdf>
7. Соціально-емоційне та етичне навчання / EdCamp Ukraine. URL: <https://www.edcamp.ua/seelukraine/>
8. Центр ненасильницького спілкування. URL: <https://www.cnvc.org/uk/>
9. Lions Clubs International Ukraine. Програма Lions Quest «Соціальні та емоційні компетентності XXI століття». URL: <http://www.lions.org.ua/en/programs/lions-quest-en/>
10. Ragozzino K., Resnik H., Utne-O'Brien M., Weissberg R. Promoting academic achievement through social and emotional learning. Educational Horizons. 2003. Vol. 81. No 4. Pp. 169–171.

## КОРИГУВАННЯ НЕДИСЦИПЛІНОВАНOSTI ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА

Кириченко К.В., кандидат технічних наук  
Херсонська державна морська академія

**Вступ.** У сучасному судноплаванні дисципліна перестала бути просто дотриманням правил; вона є критичним системним механізмом переривання ланцюга відмов. Аналіз морських аварій підтверджує, що «людський фактор» є домінантною причиною інцидентів. Проте як експерти ми повинні розглядати дисципліну не як індивідуальну волю моряка, а як продукт системного управління та корпоративної культури [1].

**Результати досліджень.** Дисциплінованість є невід'ємною частиною класичного підходу до безпеки, що включає в себе політику безпеки, навчання, нагороди та встановлені обмеження. Вона виступає фундаментом для формування ефективної культури безпеки, яка використовує позитивне підкріплення для зміни небезпечної індивідуальної поведінки та покращення управління ризиками [2]. Згідно зі статистичними даними, людський фактор є причиною близько 80% усіх морських аварій, тоді як технічні чинники та інші змінні складають лише 20%.

Поняття дисципліни тісно пов'язане з психологічним станом екіпажу. Такі аспекти, як втома, стрес та тривога, суттєво викривляють судження моряка та його здатність дотримуватися правил безпеки. Недисциплінованість часто проявляється через використання «коротких шляхів» для економії часу, ігнорування засобів індивідуального захисту або формальне заповнення чек-листів без реального розуміння ризиків завдання [3].

Роль держави прапора та портового контролю полягає у забезпеченні невідворотності покарання за порушення дисципліни. Механізми затримання суден та штрафи роблять недотримання стандартів економічно недоцільним. Однак справжня ефективність досягається лише тоді, коли зовнішній контроль трансформується у внутрішню управлінську вертикаль.

Недостатньо ефективна оцінка ризиків на борту суден є однією з ключових причин морських аварій, а успішне впровадження вимог Міжнародного кодексу управління безпечною експлуатацією суден залежить не лише від наявності процедур, але й від рівня підготовки, компетентності та активної участі моряків [4, 5]. На якість управління ризиками суттєво впливають організаційні фактори — підготовка персоналу, процедурний підхід, контроль процесів, які потребують удосконалення на рівні судноплавних компаній і всієї морської галузі [6].

Теоретичний генезис концепції недисциплінованості базується на досвіді авіаційної галузі, де ще у 1975 році Міжнародною організацією цивільної авіації було ідентифіковано одинадцять первинних характеристик недисциплінованого оператора. Втім, сучасні виклики морської галузі спонукали групу вчених, що представляють Український інститут науково-технічної експертизи та інформації та Херсонську державну морську академію, розширити цей перелік до 21 риси недисциплінованості (РН). Наукова значущість такої експлікації полягає у включенні до аналізу небезпечних стратегій оперативного мислення та специфічних індикаторів щирості, що дозволяє перетворити систему оцінювання на високоефективний інструмент верифікації внутрішніх установок курсанта. Використання методології побудови систем переваг (СП) надає можливість математично точно зафіксувати пріоритети суб'єкта в ієрархії потенційно небезпечних поведінкових моделей.

Методологічний апарат дослідження спирається на метод попарного порівняння та нормативний спосіб ідентифікації частки сумарної значущості кожної РН. У процесі формування індивідуальних систем переваг курсанти змушені виконувати 210 попарних порівнянь, що створює колосальне когнітивне навантаження та сприяє мимовільному розпізнаванню й запам'ятовуванню деструктивних рис. Особлива увага приділяється синтезу найбільш небезпечних характеристик, таких як ворожість (РН3), егоїзм (РН4) та

імпульсивність (РН16), що безпосередньо загрожують цілісності екіпажу та безпеці судна. Водночас інтеграція у перелік таких маркерів, як несвоєчасне повернення літератури (РН21) або невідвідування загальних заходів (РН20), виконує роль своєрідного «детектора брехні». Ці риси, очолюючи групові системи переваг, свідчать не про їхню об'єктивну небезпеку для судноводіння, а про рівень щирості респондентів та їхню увагу до інструкцій, що є критичним для верифікації результатів кваліметрії.

Метою є визначення ставлення курсантів-судноводіїв до РН, зміст яких ілюструє табл. 1, шляхом побудови відповідних індивідуальних СП (ІСП) і групових СП (ГСП).

Результати проведеного дослідження ставлення курсантів-моряків до РН, які представили у працях [7-9] показали, що діагностичне значення мають не лише отримані результати, а й сам процес проведення опитування. Було встановлено, що відповіді виявилися ненадійними через прояви недисциплінованості, зафіксовані під час опитування, які розглядалися як показник певних поведінкових особливостей

Таблиця 1 – Уточнений перелік рис недисциплінованості навчених

РНі	Зміст риси недисциплінованості	РН20	Зміст риси недисциплінованості
1	2	3	4
РН1	Пропускає заняття без поважних причин	РН10	Не визнає колективних дій
РН2	Вважає, що все неправильно: критикує систему навчання, обладнання і взагалі все, що бачить	РН11	Ухиляється від роботи на заняттях
		РН12	Не виконує вказівок і робить все по-своєму
		РН13	Не робить спроб допомогти товаришам чи викладачам
РН3	Вороже налаштований, причепливий, завжди готовий до сварки і провокує її	РН14	Безвідповідальний, безтурботний, недбалий у використанні устаткування, неохайний, нетактовний
РН4	Надмірно наполегливий, прагне будь-якою ціною, навіть за рахунок товаришів, виконати доручене, найвищою мірою егоїстичний		
РН5	Марнотрат часу, балакун, працює з небажанням та повільно	РН15	Розсіяний, такий, у якого думки завжди сконцентровані не на предметі вивчення, плутає реальне з вимислом
РН6	Боязливий (боїться своїх товаришів і викладачів), працює один, зазвичай не просить допомоги та не прагне до успіху	РН16	Імпульсивний, прагне якнайшвидше одержати результат, не задумуючись про його правильність
РН7	Незацікавлений, завжди неуважний і швидкий	РН17	Несамостійний, йде за думкою товаришів
РН8	Зарозумілий всезнайко, бачить мало користі від занять, сам собі викладач, «вважає, що його система підготовки краще», просторікуватий і балакучий	РН18	Систематично запізнюється на заняття
		РН19	Не виконує домашні завдання
		РН20	Не відвідує загальноінститутські, загальнофакультетські заходи
РН9	Повільний, завжди бракує часу закінчити роботу, хоча завжди виконує те, що необхідно	РН21	Несвоєчасно повертає літературу до бібліотеки

Перехід від пасивної діагностики до активної психолого-педагогічної корекції базується на принципі «Praemonitus, praemunitus» (попереджений — озброєний). Профілактичний зміст методики полягає у формуванні навичок ідентифікації власних деструктивних схильностей через роботу в діаді «викладач – недисциплінований курсант». Розробка індивідуальних стратегій виховання на основі експлікованих систем переваг

дозволяє нівелювати навігаційні ризики ще до моменту виходу офіцера на місток. З прагматичної точки зору, такий підхід є найбільш економічно вигідним методом забезпечення безпеки мореплавства, оскільки інвестиції у психологічну стійкість та дисциплінованість кадрів на етапі навчання є неспівмірними з потенційними збитками від аварій, спричинених людським чинником.

**Висновки.** Формування нової культури безпеки в морській індустрії вимагає неперервного моніторингу людського фактора та постійного вдосконалення кваліметричних моделей. Стратегічним вектором майбутніх наукових пошуків має стати створення «еталонних» систем переваг шляхом опитування досвідченого науково-педагогічного персоналу, що дозволить порівнювати установки курсантів із визначеним професійним ідеалом. Тільки поєднання академічної точності математичного аналізу з прагматикою управління ризиками забезпечить сталий розвиток галузі та високу конкурентоспроможність українських фахівців на світовому ринку морських перевезень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Subramanyam, Shiv Shankar, and Dr Deepchand Dhankher. "The Impact of Behavioral-Based Safety among the Seafarers." *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, Volume 10, Issue XII 2022. pp. 1297 -1313. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.48189>.
2. Fan S., Blanco-Davis E., Fairclough S., Zhang J., Yan X., Wang J., Yang Z. Incorporation of seafarer psychological factors into maritime safety assessment // *Ocean & Coastal Management*. 2023. Vol. 237. Article 106515. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2023.106515.
3. Gopinath, S., et al. "Duty of Care – Safety Management and Crew Welfare." *International Research Journal on Advanced Engineering and Management (IRJAEM)*, 2025. <https://doi.org/10.47392/irjaem.2025.0096>.
4. Ghosh, Samrat, and Waldemar Daszuta. "Failure of risk assessment on ships: factors affecting seafarer practices." *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*, vol. 11, 2019, pp. 185 - 198. <https://doi.org/10.1080/18366503.2019.1658277>.
5. Маменко П. П., Рева О. М., Кириченко К.В. Ідентифікація, аналіз та оцінки ризиків на морському транспорті. Сучасні підходи до високоефективного використання засобів транспорту: матеріали XV Міжн. наук.-практ. конф. Ізмаїл, 6-7 грудня 2024 р. – Запоріжжя: АА Тандем, 2024. – С. 48-52.
6. Маменко П.П., Рева О.М., Кириченко К.В. Напрями застосування моделей системного виявлення впливу людського чинника на безпеку мореплавства. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні підходи до високоефективного використання засобів транспорту» – Ізмаїл. ДІ НУ «ОМА», 8-9 грудня 2023 р.: – С. 293-298.
7. Рева О. М., Кириченко К.В., Маменко П. П., Сокол А.О., Савьолов Д.І. Пілотна оцінка ставлення курсантів-судноводіїв до недисциплінованості. Проблеми сталого розвитку морської галузі (PSDMI-2023) [Збірка матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції (22 листопада, 2023 р., м. Херсон)]. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2023. – С. 71-75.
8. Oleksii Reva, Vasyl Cherniavskiy, Pavlo Mamenko, Kostiantyn Kyrychenko. Forecasting the Impact of Indiscipline among Cadets-Sailors on Maritime Safety and Proactive Ways of its Correction. In: Leder Horina, J., Kovačević, D., Jurčević Lulić, T., Lovrenić-Jugović, M. (eds) *Proceedings of the 10th International Ergonomics Conference. ERGONOMICS 2024*. Springer Series in Design and Innovation, vol 53, pp. 312–319, Springer, Cham.
9. Кириченко К.В., Гусев В.М., Соловійова В.Ф. Визначення ставлення курсантів-моряків до характерних рис недисциплінованості при проведенні навчального процесу. XII наукова конференція «Наукові підсумки 2023 року». Збірка наукових тез. – Харків, Х.: Технологічний центр, 2023. – С. 57.

# ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У СУЧАСНІЙ ОСВІТІ

Олішевська А.М., кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту  
ПВНЗ «Херсонський економічно-правовий інститут»

Сучасна система вищої освіти функціонує в умовах активної цифровізації, що змінює не лише технічні засоби навчання, а й саму логіку організації освітнього процесу. Особливо помітними ці зміни є у викладанні економічних дисциплін, оскільки економічна освіта потребує постійного оновлення змісту, роботи з даними, аналізу реальних ринкових ситуацій, прогнозування, моделювання та формування навичок прийняття управлінських рішень. У цьому контексті штучний інтелект стає не просто допоміжним цифровим сервісом, а інструментом методичної трансформації освітнього процесу. Людство, звісно, знову спочатку створило потужний інструмент, а вже потім почало думати, як ним користуватися без методичного хаосу.

Проблематика цифрової трансформації освіти активно розглядається в сучасних наукових дослідженнях. Зокрема, В. Ю. Биков підкреслює значення цифрової трансформації суспільства для розвитку комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України [1]. В. Г. Кремень наголошує на необхідності модернізації освіти і науки відповідно до нових суспільних викликів [2]. Н. В. Морзе, О. П. Буйницька та Л. О. Варченко-Троценко розглядають створення сучасного електронного освітнього середовища університету як одну з важливих умов оновлення освітнього процесу [3]. У зарубіжних працях також акцентується увага на потенціалі штучного інтелекту для персоналізації, аналітичної підтримки навчання та зміни ролі викладача [4; 5].

Штучний інтелект в освіті можна розглядати як сукупність цифрових технологій, здатних аналізувати навчальні дані, генерувати освітній контент, адаптувати завдання до рівня підготовки здобувачів освіти, підтримувати зворотний зв'язок і допомагати викладачу в організації навчальної діяльності. Його методичне значення полягає не в механічному перенесенні традиційного заняття в цифрове середовище, а в оновленні підходів до планування, пояснення, практичного застосування, контролю й оцінювання навчального матеріалу. Особливої актуальності використання ШІ набуває у викладанні економічних дисциплін у закладах вищої освіти. Економіка як навчальна галузь передбачає роботу з поняттями, моделями, показниками, статистичними даними, ринковими ситуаціями, фінансовими розрахунками та управлінськими рішеннями. Тому ШІ може бути корисним не лише для підготовки навчальних матеріалів, а й для створення кейсів, моделювання економічних процесів, аналізу тенденцій, формування завдань на критичне мислення та підтримки самостійної роботи студентів.

У сучасних дослідженнях підкреслюється, що штучний інтелект може суттєво оптимізувати рутинні завдання викладача закладу вищої освіти. С. О. Скворцова зазначає, що ШІ дає змогу автоматизувати підготовку навчальних матеріалів, створення завдань, тестів, коментарів і рекомендацій, що звільняє час викладача для методичного проектування, педагогічної взаємодії та науково-аналітичної роботи [6]. Це особливо важливо для викладачів економічних дисциплін, які працюють із великим обсягом практичних прикладів, статистичних матеріалів, кейсів і розрахункових завдань. У методиці викладання економічних дисциплін доцільно розрізняти кілька ролей штучного інтелекту. Він може виконувати інформаційно-пошукову, аналітичну, моделювальну, практикоорієнтовану, консультативну, контрольню-оцінювальну, візуалізаційну та дослідницьку функції. Така багатофункціональність дозволяє використовувати ШІ на різних етапах освітнього процесу: під час підготовки до заняття, пояснення нового матеріалу, виконання практичних завдань, організації самостійної роботи, контролю знань і підготовки дослідницьких проєктів.

Таблиця 1 Ролі штучного інтелекту у викладанні економічних дисциплін у закладі вищої освіти

Роль ШІ у викладанні економічних дисциплін	Приклади застосування	Методичне значення
Інформаційно-пошукова	Добір економічних понять, статистичних даних, прикладів із практики підприємств і ринків	Дає змогу швидше оновлювати навчальний матеріал
Аналітична	Аналіз економічних показників, порівняння динаміки, виявлення тенденцій	Формує навички економічного аналізу
Моделювальна	Побудова сценаріїв розвитку ринку, підприємства, інвестиційного проєкту	Розвиває здатність працювати з економічними моделями
Практикоорієнтована	Створення кейсів, бізнес-ситуацій, задач з фінансів, маркетингу, менеджменту	Наближує навчання до реальної професійної діяльності
Консультативна	Пояснення складних тем, допомога у самостійній роботі студентів	Підтримує індивідуальну освітню траєкторію
Контрольно-оцінювальна	Створення тестів, перевірка відповідей, аналіз типових помилок	Забезпечує швидкий зворотний зв'язок
Візуалізаційна	Побудова графіків, схем, таблиць, інфографіки, діаграм	Полегшує розуміння складних економічних процесів
Дослідницька	Формулювання гіпотез, допомога в аналізі літератури, структурування результатів	Розвиває науково-дослідницькі компетентності студентів

Використання ШІ у викладанні економічних дисциплін змінює структуру заняття. На етапі підготовки викладач може застосовувати інтелектуальні інструменти для складання плану заняття, добору прикладів, підготовки презентацій, створення кейсів, тестів і практичних завдань. На етапі проведення заняття ШІ може використовуватися для пояснення економічних понять, моделювання ситуацій, побудови графіків, порівняння альтернативних управлінських рішень. На етапі оцінювання результати роботи студентів можуть аналізуватися з урахуванням типових помилок, рівня аргументації та здатності застосовувати теоретичні знання до практичних ситуацій.

Особливо важливим є використання ШІ для персоналізації навчання. Традиційна методика часто орієнтується на умовно середнього студента, хоча в реальній академічній групі здобувачі освіти мають різний рівень підготовки, темп засвоєння матеріалу, досвід роботи з даними та здатність до аналітичного мислення. ШІ дає можливість адаптувати завдання до рівня студента, пропонувати додаткові пояснення, формувати індивідуальні траєкторії навчання та підтримувати самостійну роботу. У цьому аспекті він наближає освітній процес до більш гнучкої та студентоорієнтованої моделі навчання [4; 5].

Водночас ШІ має значення не лише для економічних, а й для мовних та комунікативних дисциплін. М. Попова, Д. Гулієва та Н. Бабкова підкреслюють можливості штучного інтелекту як сучасного інструменту вивчення іноземних мов, зокрема для створення діалогових ситуацій, пояснення мовних конструкцій, тренування письма й усного мовлення [7]. Для економічної освіти це також важливо, оскільки майбутні економісти, менеджери й фінансисти мають уміти працювати з фаховою термінологією, аналітичними текстами, міжнародними звітами та професійною комунікацією.

Разом із тим використання ШІ в освіті не можна розглядати лише як позитивне явище без обмежень. Л. В. Куцак звертає увагу на те, що застосування штучного інтелекту в сучасній освіті супроводжується не лише перспективами, а й викликами, пов'язаними з етичністю, академічною доброчесністю, достовірністю цифрового контенту, готовністю

педагогічних працівників і здобувачів освіти до відповідального використання інтелектуальних систем [8].



Рисунок 1. Модель використання штучного інтелекту у викладанні економічних дисциплін у ЗВО

Таблиця 2 Переваги та ризики використання штучного інтелекту у викладанні економічних дисциплін

Переваги використання ШІ	Можливі ризики	Методичні умови ефективного застосування
Індивідуалізація навчання	Зниження самостійності студентів	Поєднання ШІ із завданнями на критичне мислення
Швидкий зворотний зв'язок	Поверхове засвоєння матеріалу	Обов'язкове обговорення результатів із викладачем
Автоматизація рутинних завдань	Помилки в автоматичному оцінюванні	Контроль і корекція з боку викладача
Створення економічних кейсів і практичних ситуацій	Формальне копіювання готових відповідей	Вимога пояснення логіки розв'язання
Аналіз економічних даних	Некоректна інтерпретація показників	Перевірка джерел, методів і висновків
Візуалізація складних економічних процесів	Спрощення змісту економічних явищ	Поєднання візуалізації з теоретичним аналізом
Підтримка самостійної роботи	Порушення академічної доброчесності	Використання творчих, аналітичних і дослідницьких завдань
Розширення можливостей цифрового навчання	Недостатня готовність викладачів і студентів до відповідального використання ШІ	Формування цифрової компетентності й етичних правил роботи з ШІ

Тому ІІ має бути не заміною мислення, а засобом його розвитку. На жаль, це доводиться окремо пояснювати, бо частина користувачів усе ще сприймає технології як чарівний автомат із готовими відповідями. Для економічних дисциплін ризику використання ІІ є особливо відчутними. Студент може механічно отримати готовий аналіз ринку, SWOT-аналіз, фінансовий прогноз або розв'язання задачі, але не зрозуміти логіку виконання. Тому методично доцільно вимагати не лише кінцевий результат, а й пояснення етапів роботи, обґрунтування вибору показників, інтерпретацію отриманих даних, захист власної позиції та рефлексію щодо обмежень використаного інструменту.

Отже, штучний інтелект у викладанні економічних дисциплін має використовуватися не стихійно, а на основі чіткої методичної логіки. Його доцільно застосовувати там, де він посилює навчальний результат: допомагає пояснити складне поняття, створити практичний кейс, проаналізувати економічні дані, сформулювати індивідуальне завдання, побудувати графік або організувати зворотний зв'язок. Водночас остаточною відповідальністю за зміст, якість і наукову коректність освітнього процесу залишається за викладачем. Машина може швидко згенерувати матеріал, але педагогічну доцільність, наукову точність і виховний сенс усе ще має визначати людина, як би дивно це не звучало в епоху цифрового захоплення. У викладанні економічних дисциплін ІІ має особливе значення, оскільки дозволяє поєднати теоретичне навчання з аналізом реальних економічних ситуацій, моделюванням господарських процесів, прогнозуванням і формуванням навичок прийняття управлінських рішень. Водночас ефективність його застосування залежить не від самого факту використання цифрового інструменту, а від методичної підготовленості викладача, дотримання академічної доброчесності, критичного мислення студентів і наукової коректності навчального змісту. Найбільш перспективним є не механічне використання ІІ, а його інтеграція в освітній процес як інструменту підтримки аналітичного, дослідницького й практикоорієнтованого навчання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Биков В. Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. Інформаційні технології і засоби навчання. 2019. Т. 70, № 2. С. 1–18.
2. Кремень В. Г. Освіта і наука України: шляхи модернізації. Київ: Грамота, 2021. 256 с.
3. Морзе Н. В., Буйницька О. П., Варченко-Троценко Л. О. Створення сучасного електронного освітнього середовища університету. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2020. № 8. С. 1–14.
4. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. 224 p.
5. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L. B. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. London: Pearson, 2016. 60 p.
6. Скворцова С. О. Штучний інтелект як інструмент оптимізації рутинних завдань викладача закладу вищої освіти. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2026. Т. 8, № 1. С. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2026.8102>
7. Попова М., Гулієва Д., Бабкова Н. Штучний інтелект як сучасний інструмент вивчення іноземних мов. Матеріали конференцій МЦНД, 04.04.2025, Хмельницький, Україна. 2025. С. 186–191. URL: <https://archives.mcnd.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/68>
8. Куцак Л. В. Штучний інтелект у сучасній освіті: перспективи застосування та виклики. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. 2025. № 74. С. 27–37. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-74-27-37>.

# ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗМІСТУ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ В ПОЛІТЕХНІЧНИХ КОЛЕДЖАХ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КЕЙСІВ

Подозьорова А. В., кандидатка педагогічних наук,  
Відокремлений структурний підрозділ «Херсонський політехнічний фаховий коледж  
Національного університету «Одеська політехніка»

**Вступ.** Кожен викладач фізики у коледжі хоча б раз чув від студента питання: «А навіщо мені ці формули, якщо я вчуся на програміста чи механіка?». Це питання – болюча точка сучасної технічної освіти. Ми роками намагалися втиснути складні фізичні процеси у рамки сухих академічних лекцій, але світ навколо змінився. Індустрія 4.0 вимагає не просто знань законів Ома чи Ньютона, а вміння застосовувати їх тут і зараз, у конкретному технічному виробі чи програмному коді.

На нашу думку, проблема полягає в глибокому розриві між тим, як ми викладаємо фізику (абстрактно, ідеально, відокремлено), і тим, як працює сучасна інженерія. Студенти не бачать зв'язку між підручником та мікроконтролером, який вони тримають у руках. У цій роботі хочемо поділитися думками про те, як міждисциплінарні фізико-технологічні кейси можуть стати тим «містком», що поєднає теорію з практикою, і чому це стає критично необхідним для професійної підготовки майбутніх фахівців технічного спрямування.

**Результати дослідження.** Перехід від «фізики як збірки формул» до «фізики як інженерного інструменту» – це не просто зміна назви курсу. Це зміна мислення. У політехнічних коледжах ми часто стикаємося з перевантаженістю навчальних планів. Тому фізика повинна перетворитися на фундамент для дисциплін професійної підготовки – мехатроніки, електротехніки та електроніки, сучасних комп'ютерних технологій тощо.

При описанні ми спиралися на відому концепцію CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate / Задум – Проектування – Впровадження – Експлуатація). Суть у тому, що студент має не просто вивчити теорію, а пройти цикл створення продукту [1]. Кейс-стаді тут стають ідеальним інструментом: вони імітують реальні ситуації, де фізичний закон стає ключем до розв'язання технічної проблеми.

Як працює фізико-технологічний кейс? На практиці ми відмовляємось від класичного шаблону «тема-формула-задача». Спираючись на системний інженерний підхід, який об'єднує педагогіку та сучасні цифрові технології, наш кейс виглядає так:

1. Проблема «з життя»: ми беремо реальний вузол техніки (наприклад, перегрів привода чи помилку в передачі даних сенсора).

2. Пошук фізичної суті: студенти мають самі зрозуміти, які закони тут працюють – чи це термодинаміка, чи, можливо, електромагнітна індукція.

3. Використання інструментарію: ми використовуємо симулятори типу Tinkercad або Proteus. Це дає змогу побачити, як змінюються показники при зміні вхідних параметрів.

4. Аналітичний підсумок: обов'язкова рефлексія. Ми запитуємо не «яка відповідь?», а «чому система поводить себе саме так?».

Відповідно до методології Н.П. Волкової, кейс-метод – це не просто опис проблеми, а чіткий алгоритм, де рефлексія та усвідомлення причинно-наслідкових зв'язків є критично важливими етапами, без яких навчання перетворюється на звичайне відтворення алгоритмів [2].

Наведемо кілька кейсів, які можна використати у коледжі на II курсі під час вивчення профільної дисципліни «Фізика (вибіркові розділи)» на спеціальності G3 «Електрична інженерія»:

1. Кейс «Чому гуде трансформатор?» (Фізика + Електричні машини)

Фізична суть: вихрові струми Фуко.

Технічний контекст: чому осердя трансформаторів роблять із набору тонких ізольованих листів електротехнічної сталі, а не суцільного шматка металу?

Завдання: студенти проводять експеримент по вимірюванню нагрівання суцільного металевого осердя та набірного (шихтованого) під навантаженням.

Результат: через вимірювання температури студенти бачать, як фізичне явище (вихрові струми) безпосередньо впливає на ККД трансформатора та його довговічність.

### 2. Кейс «Вибір перерізу кабелю» (Фізика + Електропостачання)

Фізична суть: закон Джоуля-Ленца та температурний коефіцієнт опору металів.

Технічний контекст: при проєктуванні мереж важливо, щоб кабель не розплавився під навантаженням.

Завдання: студенти обирають кабель для живлення потужного споживача. Вони мають розрахувати втрати напруги та виділення тепла.

Результат: зміна фізичних параметрів (температури провідника) призводить до зміни його електричного опору. Студенти переконуються, що неврахування «фізики нагріву» призводить до помилок у виборі автоматичних вимикачів, які будуть помилково вибивати через теплове розширення контактів.

### 3. Кейс «Згладжування пульсацій випрямляча» (Фізика + Основи електроніки та мікропроцесорної техніки)

Фізична суть: електрична ємність та процеси заряду-розряду (RC-ланцюг).

Технічний контекст: Будь-який блок живлення перетворює змінний струм на постійний, але без фільтра це буде "пульсуюча" напруга.

Завдання: Підключення осцилографа до виходу діодного моста. Студенти додають конденсатор різної ємності та спостерігають за формою сигналу на екрані.

Результат: Студенти бачать фізичну суть інтегрування сигналу. Вони вчаться розраховувати необхідну ємність конденсатора залежно від частоти мережі та споживаного струму навантаження.

Нижче у таблиці наведемо приклади фізико-технологічних кейсів для деяких технічних спеціальностей у політехнічному коледжі.

Таблиця 1. Міждисциплінарні кейси для деяких технічних спеціальностей

№ з/п	Назва кейсу	Фізичний закон / Розділ	Дисципліна професійної підготовки
Спеціальність j8 «Автомобільний транспорт»			
1	Кейс «Енергія гальмування»	Закон збереження енергії, робота тертя	Будова автомобілів
2	Кейс «Динаміка підвіски»	Закон Гука ( $F = -kx$ ), коливання	Діагностика автомобілів
3	Кейс «Робота системи охолодження»	Термодинаміка, теплопередача	Автомобільні двигуни
G11 Машинобудування (за спеціалізаціями) освітньо-професійна програма «Виробництво, сервісне обслуговування та експлуатація двигунів внутрішнього згоряння»			
1	Кейс «Термодинамічний цикл та ефективність охолодження»	Цикл Отто, 2-й закон термодинаміки, теплопередача	Теорія двигунів
2	Кейс «Вібрації та дисбаланс двигуна»	Відцентрова сила, резонанс, момент інерції	Конструкція та динаміка двигунів, Ремонт двигунів
3	Кейс «Електромагнітна форсунка»	Електромагнітна індукція	Автоматичні системи керування двигунів

Як зазначають розробники PISA (OECD, 2018), формування глобальної компетентності передбачає розв'язання багатофакторних завдань, що готує молодь до ефективної діяльності у складному, взаємопов'язаному світі [3].

Фізика для майбутнього технічного фахівця — це не набір формул, а фундамент. Для того, щоб цей фундамент був міцним, ми використовуємо міждисциплінарні кейси. Щоб побачити логіку інтеграції цих кейсів у навчальний план спеціальності, ми систематизували цей процес у вигляді інтелектуальної карти (див. рисунок 1). Вона демонструє, як фізика "прошиває" дисципліни професійної підготовки наскрізь.

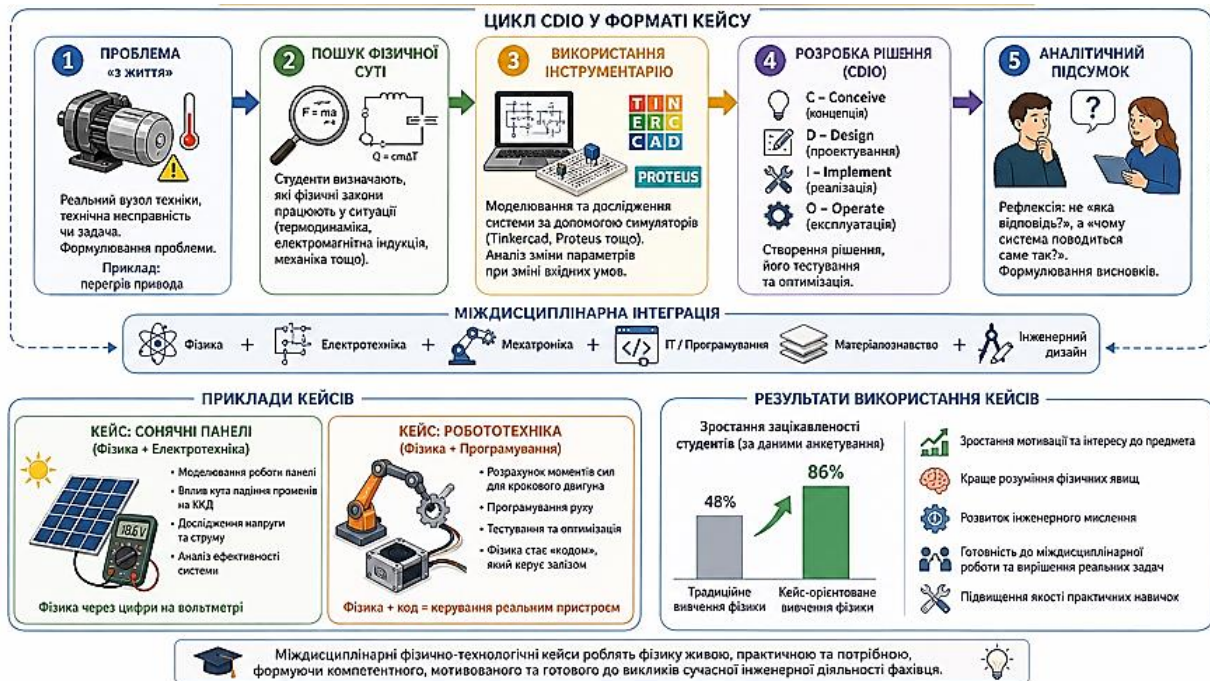


Рисунок 1. Інтелектуальна карта використання міждисциплінарних фізико-технологічних кейсів під час вивчення фізики при підготовці майбутніх фахівців технічного спрямування

Подана інтелектуальна карта сформована при використанні інструментів штучного інтелекту Gemini.

**Висновки.** Чи варто викладати фізику так, як ми звикли? Ми переконані – ні.

Кейс-метод дає нам шанс зробити фізику не набором формул, а інструментом для майбутніх фахівців. Для цього потрібно три речі:

Поєднати непоєднуване. Фізика має працювати в парі з інформаційними технологіями та спеціальністю. Це робить навчання живим.

Довіритися викладачам. Дати їм свободу експериментувати – це важливіше за будь-яке обладнання.

Створити базу. Спільна цифрова база кейсів зробить українську освіту сучасною і зрозумілою для молоді.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Практико-орієнтовані технології в інженерній освіті: навчальний посібник / В.О. Іванов, Д.В. Криворучко, О.В. Купенко. Харків: НТМТ, 2015. 140 с.
2. Волкова Н.П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі: навчально-методичний посібник. Дніпро: Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. 360 с.
3. Глобальна компетентність PISA 2018. URL: <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/global-competence/pisa-2018-global-competence.html> (дата звернення: 05.05.2026).

## СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧКИ, ПРОСА ТА РИСУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ І СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВИКЛИКІВ

Аверчев О.В. доктор сільськогосподарських наук, професор, зав. кафедри землеробства,  
Нікітенко М.П. доктор філософії, доцент кафедри землеробства,  
Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Вступ.** Круп'яні культури займають важливе місце у забезпеченні продовольчої безпеки населення. У сучасних умовах аграрний сектор дедалі більше залежить від змін клімату, стану природних ресурсів та глобальних економічних процесів. Одним із важливих напрямів забезпечення продовольчої стабільності є виробництво круп'яних культур, які відіграють значну роль у харчуванні населення багатьох країн світу. Особливу увагу сьогодні приділяють культурам, здатним формувати стабільний урожай навіть за дефіциту вологи та підвищених температур.

Серед таких культур важливе місце займають гречка, просо та рис. Вони відзначаються високою харчовою цінністю, використовуються у виробництві дієтичної продукції та мають стратегічне значення для формування продовольчих резервів. Крім того, у сучасному землеробстві спостерігається зростання інтересу до культур із підвищеною адаптивністю до несприятливих погодних умов.

Для України питання розвитку круп'яного виробництва є особливо актуальним у зв'язку з трансформацією аграрного сектору, порушенням логістичних ланцюгів, скороченням зрошуваних площ та необхідністю адаптації сільського господарства до нових економічних і природно-кліматичних викликів.

У науковій літературі значна увага приділяється питанням адаптивного землеробства та підвищення стійкості агроценозів. Дослідники відзначають, що в умовах глобального потепління зростає роль культур, які можуть ефективно використовувати ґрунтову вологу та забезпечувати відносно стабільну продуктивність.

Окремі наукові праці присвячені вдосконаленню технологій вирощування гречки та проса, підвищенню їх урожайності, а також розширенню сфер використання продукції переробки. Водночас світові дослідження свідчать про поступове зміщення виробництва окремих круп'яних культур у регіони з більш сприятливими агрокліматичними умовами.

У сучасних умовах рис залишається однією з ключових продовольчих культур світу, однак його виробництво значною мірою залежить від наявності водних ресурсів та функціонування систем зрошення. Це робить галузь особливо вразливою до кліматичних та техногенних ризиків.

Метою роботи є узагальнення сучасних тенденцій розвитку виробництва круп'яних культур у світі та визначення перспектив їх вирощування в Україні в умовах кліматичних і соціально-економічних змін. Дослідження базувалося на аналізі статистичних, аналітичних та наукових джерел, присвячених виробництву круп'яних культур. Для оцінки сучасного стану галузі застосовано методи порівняльного аналізу, систематизації, узагальнення та статистичної оцінки. У процесі роботи враховувалися особливості зміни посівних площ, урожайності та регіональної структури виробництва. Також проведено оцінку впливу окремих кліматичних факторів на продуктивність культур.

**Результати дослідження.** Аналіз сучасного стану світового ринку круп'яних культур свідчить про його поступову трансформацію під впливом кліматичних і економічних чинників. У багатьох країнах спостерігається переорієнтація на більш стійкі до посухи культури, що пов'язано зі зростанням температури повітря та нестабільністю атмосферних опадів.

Рис продовжує залишатися основною продовольчою культурою для значної частини населення світу. Його виробництво характеризується відносною стабільністю, хоча в окремих регіонах виникають проблеми, пов'язані з дефіцитом водних ресурсів та деградацією меліоративних систем.

Вирощування гречки відзначається значною залежністю від погодних умов, що впливає на коливання врожайності та посівних площ. Водночас культура зберігає важливе

значення як джерело дієтичної продукції та компоненту здорового харчування.

Просо в останні роки набуває більшої популярності у регіонах із посушливим кліматом. Завдяки високій посухостійкості та невибагливості до умов вирощування ця культура розглядається як перспективний елемент адаптивного землеробства.

Для України розвиток круп'яного підкомплексу супроводжується низкою проблем, серед яких скорочення площ вирощування, нестабільність урожайності, недостатній рівень технічного забезпечення та порушення функціонування систем зрошення у південних областях. Особливо складною залишається ситуація у рисівництві, де відновлення виробництва потребує значних ресурсів та модернізації інфраструктури.

Проведений аналіз підтвердив, що зміни температурного режиму та рівня вологозабезпечення істотно впливають на формування продуктивності круп'яних культур. У зв'язку з цим важливого значення набуває впровадження адаптивних технологій вирощування, оптимізація структури посівів та використання більш стійких сортів.

**Висновки.** Круп'яні культури залишаються важливою складовою світової продовольчої системи та мають значний потенціал для розвитку в умовах кліматичних змін. Сучасні тенденції свідчать про зростання ролі посухостійких культур у структурі агровиробництва.

Встановлено, що в умовах кліматичної нестабільності перспективним напрямом розвитку аграрного сектору є розширення виробництва адаптивних круп'яних культур із високою посухостійкістю та екологічною пластичністю.

Для підвищення ефективності виробництва в Україні доцільно: удосконалювати адаптивні технології вирощування; розширювати використання стійких сортів і гібридів; відновлювати та модернізувати зрошувальні системи; підвищувати рівень екологічної стійкості агроландшафтів; розвивати науковий супровід галузі.

Подальший розвиток виробництва круп'яних культур має базуватися на поєднанні інноваційних агротехнологій, ефективного використання природних ресурсів та адаптації аграрного сектору до сучасних викликів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Averchev O. V., Nikitenko M. P. Adaptive technologies for growing Tatar Buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). Modern agronomy trends. Innovation sustainable development and the future of agriculture : scientific monograph. Riga: Baltija Publishing, 2025. P. 2–28. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-588-4-1>
2. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Йосипенко І. В. Економічні аспекти вирощування та виробництва гречки проса та рису в Україні. Таврійський науковий вісник. 2023. Вип. 129. С. 346. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.2>
3. Averchev O., Fesenko H. Analysis of economic aspects of buckwheat, panicum and rice growing and production in Central and Eastern Europe and Ukraine. Baltic Journal of Economic Studies. 2019. Vol. 5, No. 5. P. 213–221. DOI: 10.30525/2256-0742/2019-5-5-213-221.
4. Food and Agriculture Organization (FAO). FAOSTAT Statistical Database. Rome: FAO, 2025. [Електронний ресурс] URL: <https://www.fao.org/faostat> (дата звернення: 07.05.2026).
5. Аверчев О. В., Нікітенко М. П., Ворона П. С. Гречка татарська – перспективна культура для біорізноманіття та агроекологічної стійкості. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2025. Вип. 143, ч. 1. С. 12–19. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.1.2> (дата звернення: 22.04.2026).
6. Яковець, А.С., Марковська, О.Є. Моніторинг бур'янів у післяжнивних посівах проса звичайного. Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти, присвяченій 126-річчю НУБіП України (23 квітня 2024 року, м. Київ). С. 191–193.
7. Дудченко В.В., Паламарчук Д. П., Довбуш О. С., Цілінко Л.М., Паламарчук А. В. Вплив рівня та тривалості забур'яненості посівів на урожайність рису. Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67. С. 140–149.
8. Дудченко В.В., Марковська О.Є., Стеценко І.І., Гречишкіна Т.А. Видовий склад та динаміка чисельності основних фітофагів післяжнивних посівів *Panicum miliaceum* L. в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник. 2024. Вип. 137. С. 84–91.

# ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ ВОЛОКНА ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ ВІД АГРОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ

Бойко Г.А., доктор технічних наук, професор  
Свтушенко А.В., Случинський Є.О., аспіранти  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** У сучасних умовах кліматичних змін особливої актуальності набуває проблема забезпечення стабільного виробництва високоякісної волокнистої сировини технічних конопель. Підвищення середньодобових температур, збільшення частоти посушливих періодів та зміни фотоперіодичних умов суттєво впливають на ріст, розвиток і продуктивність культури. Технічні коноплі є перспективною луб'яною культурою завдяки високій врожайності, екологічності та широким можливостям використання волокна у текстильній, целюлозно-паперовій, будівельній та композитній промисловості. Якість конопляного волокна значною мірою залежить від температурних і світлових режимів під час вегетації рослин та формування трести. Особливо важливим є вплив температури на процеси лігніфікації тканин стебла, накопичення целюлози та пектинових речовин. Не менш важливим фактором є тривалість світлового дня, яка визначає інтенсивність вегетативного росту та перехід рослин до генеративної фази розвитку.

Метою дослідження є встановлення впливу температурних і світлових режимів на формування якості технічних конопель та обґрунтування агротехнологічних заходів для підвищення врожайності й покращення фізико-механічних властивостей волокна.

**Результати дослідження.** У результаті аналізу наукових літературних джерел [1], узагальнення та порівняння даних сучасних вітчизняних і зарубіжних досліджень [2-3], а також вивченню елементів агрокліматичного та агробіологічного аналізу встановлено, що оптимальна температура для проростання насіння технічних конопель становить +8...+10 °С, тоді як найбільш інтенсивний ріст рослин відбувається за температури +18...+25 °С. За таких умов формуються високі стебла з достатнім вмістом целюлози та пектинових речовин, що забезпечує отримання якісної трести.

Водночас підвищення температури понад +30 °С у період активної вегетації негативно впливає на технологічні властивості сировини. Встановлено, що перегрів спричиняє прискорене одерев'яніння тканин стебла, збільшення вмісту лігніну та зменшення кількості пектинових сполук. Це ускладнює процес відокремлення волокна та знижує гнучкість і міцність трести. Крім того, за високих температур спостерігається укорочення міжвузлів і зменшення довжини волокна.

Важливу роль у формуванні продуктивності технічних конопель відіграє фотоперіодичний фактор. Дослідження показали, що за тривалості світлового дня 16-17 годин рослини формують потужну вегетативну масу, а висота стебел може досягати 2,5-3,0 м. За таких умов врожайність трести становить 6,5-7,0 т/га, а вміст волокна – 30-35 % від маси стебел. Скорочення тривалості світлового дня до менше ніж 14 годин спричиняє передчасне цвітіння, зниження біомаси та погіршення фізико-механічних характеристик волокна.

Окрему увагу приділено процесу формування трести. Встановлено, що оптимальними умовами вилежування є температура +15...+25 °С та періодичне зволоження стебел. Такі умови забезпечують рівномірний розвиток мікрофлори й ефективне руйнування пектинових зв'язків між волокнами та деревиною стебла. За дефіциту вологи або надмірного перегріву процес біологічного розщеплення уповільнюється, що призводить до утворення жорсткої та неоднорідної трести.

На основі проведеного аналізу обґрунтовано основні напрями оптимізації технології вирощування технічних конопель. До них належать:

1. Використання високопродуктивних, посухостійких і хворобостійких сортів, адаптованих до конкретних умов вирощування (наприклад, ЮСО-31, Золотоноша 11 для південних регіонів), сприяє підвищенню врожайності та стійкості рослин до стресових факторів середовища.

2. Проведення сівби у максимально ранні строки, коли температура ґрунту досягає +8...+10 °С, забезпечує швидкі дружні сходи, ефективне використання весняної вологи та мінімізацію ризику перегріву у фазі активного росту.

3. Оптимальна густина стояння рослин сприяє формуванню довгого, тонкого стебла з високим вмістом целюлози, забезпечуючи краще використання світла та зменшення конкуренції між рослинами.

4. У посушливих регіонах доцільне застосування помірною зрошення у критичні фази розвитку рослин (проростання, формування стебел), а за відсутності можливості поливу, можливе використання мульчування для збереження вологи у ґрунті.

5. Забезпечення збалансованого надходження елементів живлення, зокрема азоту, фосфору та калію, є важливою умовою для оптимального росту. Надлишок азоту на пізніх стадіях розвитку призводить до надмірного одерев'яніння стебел та зниження якості трести.

6. Застосування інтегрованої системи захисту рослин із використанням біологічних препаратів та мінімізацією хімічних засобів дозволяє зберегти екологічну чистоту продукції та знизити ризики втрат урожаю.

7. Своєчасне скошування стебел на оптимальних фазах розвитку (перед початком цвітіння або на початку формування насіння) сприяє отриманню високоякісного волокна із заданими технологічними характеристиками.

8. Організація контролю за процесом вилежування стебел за температури +15...+25 °С із чергуванням вологих і сухих періодів забезпечує рівномірне біологічне руйнування пектинових речовин та формування однорідної за властивостями трести.

9. Використання сучасної спеціалізованої техніки для підготовки, збору та первинної обробки стебел дозволяє мінімізувати втрати продукції та підвищити ефективність технологічного процесу.

10. Застосування енергоощадних технологій на всіх етапах виробництва від посіву до первинної обробки волокна – сприятиме зниженню собівартості продукції та підвищенню конкурентоспроможності конопляного волокна на ринку.

Комплексне впровадження зазначених заходів дозволяє підвищити врожайність культури та покращити якість волокнистої продукції.

**Висновки.** У результаті дослідження встановлено, що температурні та світлові режими є визначальними факторами формування якості технічних конопель. Оптимальні температурні умови (+18...+25 °С) забезпечують інтенсивний ріст рослин і накопичення волокна, тоді як перегрів понад +30 °С негативно впливає на фізико-механічні властивості трести через посилення процесів лігніфікації. Доведено, що довгий світловий день (16-17 годин) сприяє формуванню високих стебел і підвищенню врожайності волокна, тоді як скорочення фотоперіоду призводить до передчасного цвітіння та зниження якості продукції.

Обґрунтовано, що оптимізація агротехнологічних заходів, зокрема добір адаптованих сортів, регулювання строків сівби, вологості та умов формування трести, дозволяє мінімізувати негативний вплив абіотичних стресів і забезпечити отримання високоякісного конопляного волокна.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Роїк, М. В., Кравчук, В. І., Квак, В. М., Борівський, А. Ф. Дослідження принципів і стратегічних напрямків вирощування та використання промислових конопель в Україні. *Біоенергетика*. 2024. № 1. С. 4–7. DOI: <https://doi.org/10.47414/be.2024.No1.pp4-7>
2. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. Аналітична доповідь. НІСД. 2020. 28 с.
3. Chabbert B., et al. How the interplay between harvest time and climatic conditions drives the dynamics of hemp (*Cannabis sativa* L.) field retting. *Industrial Crops and Products*. 2023. Vol. 204, Part B. Article 117294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117294>.

# АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛУБОВОЛОКНИСТОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Калінський Є.О., кандидат технічних наук, доцент,  
Росолов В.В., аспірант  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Відновлення промислового потенціалу України в умовах триваючого збройного конфлікту передбачає не лише модернізацію виробничої інфраструктури, а й перегляд підходів до контролю якості на всіх етапах технологічного процесу. Особливої актуальності це набуває для переробних виробництв, де стабільність вхідних параметрів сировини безпосередньо визначає якість кінцевої продукції. Одним із показових прикладів є використання луб'яних волокон — льону та конопель — для виробництва фільтрувальних матеріалів, зокрема призначених для харчової промисловості.

Ці волокна мають об'єктивні переваги як природна фільтрувальна сировина: розвинена капілярна структура, здатність затримувати механічні домішки, доступність у межах національної сировинної бази. Проте ефективність фільтрувального матеріалу критично залежить від якості вихідної сировини, зокрема від такого показника, як колір волокна. Це не питання естетики — колір несе технологічну інформацію про ступінь зрілості, однорідність партії та придатність до конкретного виробничого циклу.

Традиційна оцінка кольору лубоволокнистої сировини здійснюється органолептичним методом: візуальне порівняння зразка з еталонною шкалою. Метод зрозумілий і не потребує складного обладнання, але його обмеження в умовах промислового виробництва суттєві. Результат залежить від кваліфікації та стану фахівця, умов освітлення, індивідуальних особливостей сприйняття. Два компетентних технологи, оцінюючи один і той самий зразок, можуть прийти до різних висновків. Відтворюваність між виробничими ділянками або лабораторіями в різних умовах залишається низькою. За необхідності швидкого сортування значних партій сировини ці обмеження перетворюються на реальний технологічний бар'єр.

**Результати дослідження.** Альтернативою є автоматизований колориметричний аналіз на основі цифрового зображення зразка. Методологічна послідовність виглядає так: первинні RGB-значення пікселів перетворюються через колориметричний простір XYZ у простір CIE Lab\*. Перевага останнього полягає в тому, що він математично узгоджений із нерівномірністю людського зорового сприйняття кольорових відмінностей у різних зонах спектру. Для кількісного порівняння зразків із еталонами застосовується метрика Delta E CMC, адаптована до специфіки текстильних матеріалів і враховує відмінності за світлістю, хроматичністю та відтінком.

Переваги впровадження такого підходу проявляються на кількох рівнях. Швидкість вхідного контролю зростає — аналіз зразка займає хвилини без залучення вузькоспеціалізованого фахівця. Відтворюваність результатів між змінами, ділянками та підприємствами забезпечується самою методологією. Накопичені дані з часом дозволяють виявляти системні закономірності та приймати обґрунтовані рішення щодо вибору постачальників і планування технологічного процесу.

Принципово важливо, що реалізація цього підходу не потребує надскладного або дорогого обладнання. Сучасні програмні інструменти колориметричного аналізу зображень доступні для підприємств малого та середнього масштабу — що в умовах обмежених інвестиційних ресурсів є вагомим аргументом на користь їх практичного застосування.

У виробничих умовах особливо важливим є не лише факт визначення якості сировини, а й можливість швидко приймати технологічні рішення на основі результатів контролю. Якщо оцінювання кольору волокна залишається переважно візуальним, підприємство фактично залежить від досвіду окремого фахівця. У разі автоматизованого колориметричного аналізу результат може бути представлений у вигляді числового

показника, який легко порівняти з установленими межами, еталонними значеннями або попередніми результатами вимірювань. Це дає змогу не лише фіксувати якість конкретної партії, а й відстежувати стабільність постачання сировини в динаміці.

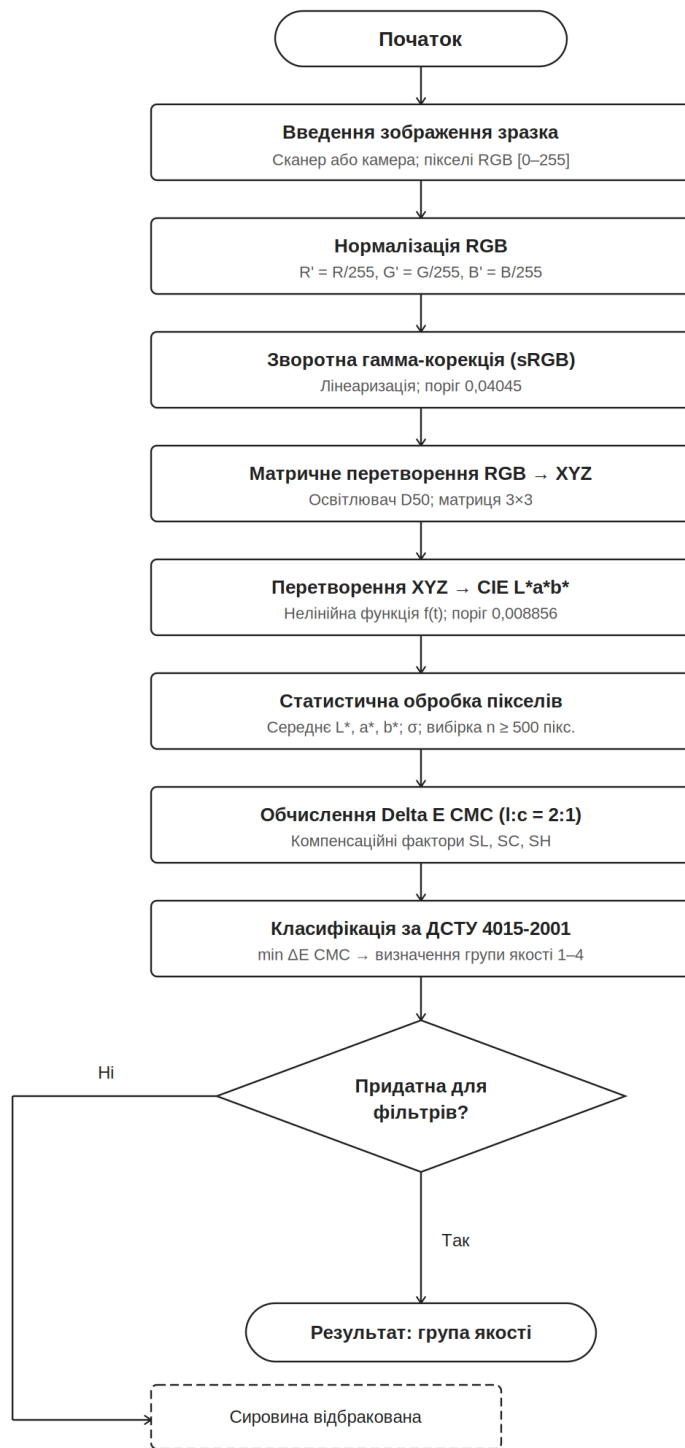


Рисунок 1. Алгоритм колориметричного контролю якості лубоволокнистої сировини

Важливою перевагою такого підходу є можливість інтеграції контролю якості в загальну систему управління виробництвом. Дані про колір, однорідність і відхилення зразків можуть використовуватися для формування електронного паспорта партії сировини, обґрунтування її подальшого технологічного призначення або коригування режимів обробки. Для виробництва фільтрувальних матеріалів це має практичне значення, оскільки

неоднорідність волокна може впливати на стабільність структури матеріалу, його фільтраційну здатність і прогнозованість експлуатаційних властивостей.

Додатковий ефект від упровадження автоматизованого контролю полягає у зниженні ризиків помилкового використання сировини не за призначенням. У виробництві фільтрувальних матеріалів навіть незначні відхилення якості волокна можуть призвести до нестабільності структури полотна, нерівномірності пористості або зниження здатності матеріалу затримувати механічні домішки. Якщо такі відхилення виявляються лише на пізніх етапах виробництва, підприємство втрачає час, енергію та матеріальні ресурси. Попереднє сортування сировини за кількісними показниками дає змогу раніше відсіяти проблемні партії або спрямувати їх на інші технологічні потреби.

Такий підхід особливо важливий для підприємств, які працюють в умовах нестабільного постачання сировини, обмеженого кадрового ресурсу та потреби швидко відновлювати виробничі цикли. Автоматизація не замінює технолога повністю, але надає йому об'єктивні дані для прийняття рішень. У результаті контроль якості стає не окремою формальною процедурою, а частиною керованого виробничого процесу. Це підсилює технологічну стійкість підприємства та створює передумови для масштабування виробництва фільтрувальних матеріалів на основі вітчизняної лубоволокнистої сировини.

Крім того, автоматизований контроль відкриває можливість накопичення масивів даних, які в подальшому можуть бути використані для удосконалення нормативних підходів до оцінювання лубоволокнистої сировини. За умови систематичного збирання результатів можна встановлювати зв'язки між кольоровими характеристиками, походженням сировини, умовами її первинної обробки та якістю готових фільтрувальних матеріалів. Це переводить контроль якості з рівня разової експертної оцінки на рівень аналітичного інструменту, здатного підтримувати технологічну модернізацію підприємств.

Перехід від органолептичних до кількісних методів контролю створює передумови для формування прозоріших критеріїв оцінювання якості, підвищення порівнюваності результатів і поступової гармонізації методичних підходів із сучасними вимогами систем управління якістю. Для продукції з потенційним харчовим або санітарно-гігієнічним призначенням це має не лише технологічне, а й регуляторне значення.

**Висновки.** Для України, що має тривалий досвід вирощування та переробки луб'яних культур, розвиток подібних технологій — це не абстрактна модернізація, а конкретний інструмент відновлення конкурентоздатності переробної галузі. Автоматизація контролю якості лубоволокнистої сировини поєднує технологічну доцільність із економічною обґрунтованістю та відповідає стратегічним завданням розвитку вітчизняного виробництва в повоєнний період.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Калінський Є.О., Россолов В.В. Удосконалення способу оцінювання якості лубоволокнистої сировини // Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті євроінтеграції: програма та тези матеріалів XIII Міжнародної науково-технічної конференції, 21 листопада 2024 р., м. Київ. Київ: НУХТ, 2024. С. 347–348.

2. ДСТУ 4015:2001. Льон. Визначення кольору волокна. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2001. 8 с.

3. ISO 105-J03:2009. Textiles — Tests for colour fastness — Part J03: Calculation of colour differences. Geneva: International Organization for Standardization, 2009. 12 p.

4. CIE 015:2018. Colorimetry. 4th ed. Vienna: Commission Internationale de l'Éclairage, 2018. 93 p.

5. Clarke F.J.J., McDonald R., Rigg B. Modification to the JPC79 colour-difference formula // Journal of the Society of Dyers and Colourists. 1984. Vol. 100, Issue 4. P. 128–132.

# АГРАРНА НАУКА ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ В ХЕРСОНСЬКОМУ РЕГІОНІ

Максимов Д.О., кандидат сільськогосподарських наук, н. с.

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, м. Одеса

Анотація. У роботі розглянуто сучасні виклики аграрної науки Херсонської області, спричинені повномасштабною війною, руйнуванням наукової та виробничої інфраструктури, мінуванням територій, кадровими втратами, дефіцитом фінансування, погіршенням екологічного стану агроландшафтів та критичним обмеженням доступу до зрошувальної води після руйнування Каховської ГЕС. Обґрунтовано необхідність переходу до адаптивного кліматично орієнтованого землеробства, впровадження водозберігальних технологій, систем точного зрошення, ґрунтозахисних технологій обробітку та заходів лісомеліорації.

Ключові слова: аграрна наука, Херсонська область, зрошення, кліматичні зміни, деградація ґрунтів, адаптивне землеробство, лісомеліорація, No-till, Strip-till.

Аграрна наука Херсонщини традиційно відігравала важливу роль у формуванні наукового супроводу сільськогосподарського виробництва Півдня України, зокрема у питаннях зрошуваного землеробства, вирощування овочевих, баштанних, зернових і технічних культур. Однак в умовах повномасштабної війни, руйнування інфраструктури, кліматичних змін і загострення екологічних проблем регіон зіткнувся з безпрецедентними викликами, що потребують перегляду наукових підходів до ведення агровиробництва.

Сучасний стан аграрної науки в Херсонській області характеризується поєднанням безпекових, економічних, екологічних та організаційних проблем. Значна частина дослідних територій залишається недоступною через окупацію, мінну та дронуву небезпеку. Пошкодження дослідних станцій, лабораторій, техніки, складів, навчальних і наукових установ суттєво обмежує можливості проведення польових досліджень. Водночас відтік науково-педагогічних кадрів ускладнює відновлення повноцінної наукової діяльності.

Однією з ключових проблем є руйнування матеріально-технічної бази аграрної науки. Втрата обладнання, дослідних ділянок, техніки та інфраструктури знижує потенціал регіону щодо проведення прикладних досліджень, апробації інноваційних технологій та наукового супроводу аграрного виробництва.

Не менш важливою проблемою є дефіцит обігових коштів у сільськогосподарських підприємств і дослідних господарств. Через втрату активів, зростання вартості ресурсів та логістичні труднощі аграрії не завжди мають можливість своєчасно виконувати необхідні агротехнічні операції, що негативно позначається на продуктивності культур і стабільності виробництва.

Особливо гострою є проблема зрошення. Руйнування Каховської ГЕС та пошкодження зрошувальної інфраструктури спричинили критичний дефіцит води, що є визначальним фактором для аграрного виробництва Херсонщини. Істотно скоротилися реальні площі зрошуваних земель, зокрема в межах Інгулецького зрошуваного масиву, через руйнування або пошкодження елементів меліоративної інфраструктури. Крім того, вартість подачі поливної води в окремих випадках не компенсується отриманим урожаєм через диспаритет цін на аграрну продукцію та водопостачання.

Зміна водного режиму, безпекові ризики та логістичні обмеження зумовлюють трансформацію структури посівних площ. У довоєнний період Херсонська область була одним із провідних регіонів виробництва баштанної продукції, зокрема кавунів. Водночас уже до початку повномасштабної війни спостерігалася тенденція поступового переміщення

товарного виробництва баштанних культур із Південного регіону до Центральної, Північної та Західної України.

Посівні площі баштанних культур на Херсонщині в попередні роки становили близько 28,0 тис. га, однак у сучасних умовах вони істотно скоротилися. Точне значення сучасної площі потребує уточнення за офіційними статистичними даними або матеріалами обласних органів управління агропромисловим розвитком. Зменшення площ пов'язане не лише з бойовими діями та окупацією частини територій, а й із дефіцитом зрошення, порушенням логістики та зростанням виробничих витрат.

Показовим прикладом втрати логістичних переваг є припинення традиційного транспортування херсонських кавунів баржами до Києва. У довоєнний період така практика давала змогу перевозити сотні тонн продукції, зменшувати навантаження на автомобільну логістику та знижувати транспортні витрати аграріїв. Втрата таких логістичних каналів посилила економічний тиск на виробників регіону.

Відновлення аграрної науки Херсонщини потребує комплексного підходу, що має включати розмінування територій, відновлення безпеки, залучення інвестицій, модернізацію наукової інфраструктури та розробку технологій адаптивного кліматично орієнтованого землеробства. Особливу увагу слід приділити лімітуючим факторам виробництва, насамперед волого забезпеченню, родючості ґрунтів, якості зрошувальної води та стійкості агроландшафтів до деградаційних процесів.

У сучасних умовах найбільш ефективним способом подолання дефіциту вологи залишається зрошення — поверхневе, крапельне, мікрозрошення та імпульсне зрошення. Перспективним напрямом є інтеграція цих технологій у системи точного цифрового землеробства, що дозволяє оптимізувати витрати води, підвищити ефективність її використання та зменшити екологічне навантаження на ґрунти.

Водночас ключовим чинником ефективності зрошення є якість поливної води. Для Інгулецького зрошуваного масиву це питання має особливе значення, оскільки нехтування меліоративними заходами може перетворити зрошення з інструменту підвищення продуктивності на фактор деградації ґрунтового покриву. Надмірне або неконтрольоване використання води незадовільної якості здатне спричинити вторинне засолення, осолонцювання, погіршення структури ґрунту, а також зміну його фізико-хімічних і механічних властивостей.

Важливим напрямом адаптації є впровадження ґрунтозахисних технологій обробітку, зокрема No-till і Strip-till. Їх застосування дає змогу ефективніше використовувати продуктивну вологу, зменшувати втрати води з ґрунту, обмежувати розвиток вітрової ерозії та підвищувати стійкість агроєкосистем до кліматичних стресів.

Окремої уваги потребують заходи лісомеліорації. Руйнування лісосмуг і захисних насаджень унаслідок бойових дій посилило ризики вітрової ерозії, особливо в умовах посушливого клімату Півдня України. Тому відновлення наявних і створення нових полезахисних лісосмуг із добром оптимальних деревних і чагарникових порід має розглядатися як важлива складова екологічної стабілізації агроландшафтів.

Аграрна наука Херсонщини перебуває в умовах системної кризи, зумовленої поєднанням воєнних, екологічних, кліматичних та економічних чинників. Водночас саме наукове забезпечення має стати основою відновлення аграрного потенціалу регіону.

Пріоритетними напрямками подальших досліджень і практичних дій є: відновлення наукової інфраструктури, розмінування дослідних і виробничих територій, модернізація систем зрошення, контроль якості поливної води, запобігання вторинному засоленню й осолонцюванню ґрунтів, впровадження No-till і Strip-till технологій, розвиток мікрозрошення та імпульсного зрошення, а також відновлення лісомеліоративної інфраструктури.

Комплексне поєднання цих заходів дозволить підвищити стійкість аграрного виробництва Херсонщини, зменшити ризики деградації ґрунтів і сформувати науково обґрунтовану модель післявоєнного відновлення сільського господарства регіону.

# МОРФОЛОГІЧНЕ ТА ГІСТОСТРУКТУРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЯ СВИНЕЙ У СИСТЕМІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Рагуля М., старший викладач

Херсонський державний аграрно-економічний університет, Україна

Контроль технологічних етапів виробництва та забезпечення належної якості і безпечності харчової продукції є важливою складовою сучасної харчової промисловості. Реалізація ефективних систем контролю сприяє формуванню високих споживчих властивостей продукції, які визначаються її фізико-хімічними, біологічними та органолептичними характеристиками. В умовах активного розвитку внутрішнього та міжнародного ринку харчових товарів особливого значення набуває питання гарантування безпечності продукції тваринного походження та недопущення до реалізації неякісної сировини.

Одним із провідних напрямів ветеринарно-санітарного контролю є оцінка стану внутрішніх органів забійних тварин, оскільки саме вони відображають фізіологічний і патологічний стан організму.

Особливу увагу приділяють серцю, яке виступає важливим морфологічним індикатором здоров'я тварини та може свідчити про наявність прихованих патологічних процесів.

Серце є центральним органом кровоносної системи, що забезпечує безперервний рух крові, транспорт кисню та поживних речовин до тканин. Через високу функціональну активність воно чутливо реагує на інтоксикації, інфекційні хвороби, гіпоксичні стани та порушення обміну речовин.

Анатомічно серце складається з трьох оболонок — ендокарда, міокарда та епікарда, які мають характерні структурні особливості й можуть зазнавати змін під впливом різних патологічних чинників.

Найбільш інформативним у морфологічній оцінці є міокард, у тканинах якого часто розвиваються дистрофічні, запальні або некротичні процеси. Гістологічне вивчення серцевого м'яза дозволяє виявляти наслідки стресу перед забоєм, токсичних впливів, інфекцій чи метаболічних порушень.

Подібні зміни здатні негативно впливати не лише на функціональний стан організму тварини, а й на якісні показники м'ясної продукції, включаючи колір, консистенцію та безпечність для споживача.

У судово-ветеринарній практиці дослідження серця має важливе діагностичне значення при встановленні причин загибелі тварин або оцінці умов їх утримання. Виявлення крововиливів, гіпертрофії, тромбозів, міокардиту чи фіброзних змін може свідчити про патологічні процеси, порушення годівлі, утримання або дію токсичних факторів.

Отже, морфологічне та гістологічне дослідження серця є важливим елементом ветеринарно-санітарної експертизи, що дозволяє оцінити фізіологічний стан тварини, встановити можливі патології та визначити потенційні ризики щодо якості й безпечності м'ясної продукції.

Мета дослідження. Провести морфологічний і гістологічний аналіз серця забійних свиней та визначити органометричні показники й особливості мікроструктури міокарда як критерії оцінки стану здоров'я тварин та якості м'ясної сировини.

У ході проведеного дослідження встановлено, що серце свині має конусоподібну форму з добре вираженою основою та верхівкою. На його поверхні чітко візуалізується вінцева борозна, яка відмежовує передсердя від шлуночків. Передсердя характеризуються тоншими стінками, тоді як шлуночки мають значно розвиненіший м'язовий шар, що забезпечує ефективне перекачування крові.

Результати органометричних досліджень показали, що абсолютна маса серця статевозрілих свиней становила  $487,4 \pm 8,12$  г, відносна маса —  $0,29 \pm 0,004\%$ , а маса без епікардіального жиру дорівнювала  $461,4 \pm 8,01$  г. Під час морфометричного аналізу встановлено, що середня висота органа складала  $15,9 \pm 0,07$  см, ширина біля основи —  $10,3 \pm 0,06$  см, товщина —  $6,4 \pm 0,05$  см, окружність —  $26,5 \pm 0,12$  см.

Індекс розвитку серця становив  $155,05 \pm 6,33\%$ , що характеризує належний функціональний стан органа.

Гістологічне дослідження показало, що міокард сформований типовими поперечно-смугастими серцевими м'язовими волокнами. Кардіоміоцити мали видовжену форму на поздовжньому зрізі та округлу — на поперечному. У клітинах чітко виявлялися ядра та поперечна посмугованість.

Між м'язовими волокнами локалізувалися прошарки сполучної тканини з кровоносними судинами та нервовими елементами, які забезпечують живлення й регуляцію скоротливої діяльності серця.

Таким чином, отримані результати свідчать про те, що морфологічні та гістологічні показники серця можуть використовуватися як додаткові критерії ветеринарно-санітарної оцінки м'ясної сировини. Крім того, анатомо-гістологічний аналіз серця є інформативним методом у судово-ветеринарній практиці для встановлення патологічних змін, пов'язаних із порушеннями умов утримання, годівлі або впливом несприятливих факторів на організм тварин.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Ragulya M. R., Horalskyi L. P., Sokulskyi I. M., Kolesnik N. L. Morphometric indicators of the heart of Baran sviysky – *Ovis aries* L., 1758. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*. 2024. Vol. 7, № 1. P. 94–101.
2. Гавриляк М. Я., Шестопап Г. С. Системний підхід до безпечності харчової продукції в ЄС та Україні. *Товарознавчий вісник*. 2017. Вип. 10. С. 5–13.
3. Шестопап Г. С., Ємченко І. В. Європейські системи сповіщення про неякісну та небезпечну продукцію на українському ринку. Якість і безпечність харчової продукції і сировини – проблеми сьогодення : матеріали Міжнародної конференції, присвяченої 80-річчю заслуженого діяча науки і техніки України, д.т.н., професора Львівського торговельно-економічного університету Івана Васильовича Сирохмана, 25 вересня 2020 року. Львів : Видавництво «Растр-7», 2020. С. 9–10.
4. Оверковська Т. К. Правове забезпечення якості харчових продуктів. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2023. № 1. С. 224–227.
5. Кирилюк І., Кирилюк Є. Організаційно-економічні рішення та моделі підвищення якості продукції тваринництва в Україні : монографія. Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2020. 268 с.
6. Zaragoza C., Gomez-Guerrero C., Martin-Ventura J. L., Blanco-Colio L., Lavin B., Mallavia B., Tarin C., Mas S., Ortiz A., Egido J. Animal models of cardiovascular diseases. *Journal of Biomedicine & Biotechnology*. 2011. Vol. 2011. Article ID 497841.
7. Ткачук В. В., Речун О. Ю., Турик В. О. Впровадження системи НАССР як імператива забезпечення безпечності харчових продуктів. *Товарознавчий вісник*. 2015. № 8. С. 234–241.

# ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ У СУЧАСНОМУ ВІВЧАРСТВІ

Шейко В.А., аспірант,  
Одеський державний аграрний університет

**Вступ.** Сучасний розвиток м'ясного вівчарства відбувається в умовах зростаючих вимог до ефективності виробництва, якості продукції та дотримання принципів сталого розвитку. У цих умовах особливого значення набуває об'єктивна оцінка м'ясної продуктивності овець як базового інтегрального показника ефективності галузі.

М'ясна продуктивність овець є складною багатофакторною ознакою, що формується під впливом генетичних, технологічних та паратипових факторів. Взаємодія цих чинників визначає рівень реалізації біологічного потенціалу тварин і кінцеві результати виробництва. Водночас традиційні підходи до оцінки продуктивності, які ґрунтуються на окремих показниках, не дозволяють повною мірою відобразити її комплексний характер [1, 2, 3].

У зв'язку з цим актуальним є впровадження інтегральних методів оцінки, що поєднують кількісні та якісні показники продуктивності. Особливого значення набуває також врахування показників благополуччя тварин як важливого чинника реалізації генетичного потенціалу, підвищення продуктивності та якості м'ясної продукції. Крім того, сучасний етап розвитку галузі характеризується активним впровадженням інноваційних технологій, що відкриває нові можливості для точного моніторингу та управління продуктивністю тварин.

**Результати досліджень.** Результати узагальнення сучасних наукових досліджень свідчать, що м'ясна продуктивність овець формується під впливом складної взаємодії генетичних, технологічних та паратипових факторів, які діють у тісному взаємозв'язку. Такий комплексний вплив визначає рівень реалізації генетичного потенціалу тварин і кінцеві показники продуктивності, що обумовлює необхідність застосування інтегрованих підходів до її оцінки.

Встановлено, що генетичні фактори, зокрема породна належність, селекційний добір і структура стада, формують базовий рівень м'ясної продуктивності. Спеціалізовані м'ясні породи характеризуються підвищеними темпами росту, кращими показниками м'ясності та вищим забійним виходом. Водночас ефективність реалізації генетичного потенціалу значною мірою залежить від рівня годівлі та технологій утримання. [4].

Збалансовані раціони, оптимізовані за вмістом енергії, протеїну, мінеральних речовин і вітамінів, сприяють підвищенню середньодобових приростів та покращенню морфологічного складу туші. Інтенсивні технології вирощування дозволяють скоротити тривалість відгодівлі та підвищити ефективність використання кормів. Водночас порушення умов утримання або дефіцит поживних речовин призводять до недореалізації продуктивного потенціалу тварин.

Суттєву роль у формуванні м'ясної продуктивності відіграють паратипові фактори, серед яких особливе значення мають мікроклімат, щільність утримання, сезонність та рівень стресу. Негативний вплив несприятливих умов проявляється у зниженні темпів росту, погіршенні конверсії корму та зниженні якості м'ясної продукції. [1-4].

У сучасних умовах значного поширення набуває застосування інноваційних технологій, які істотно підвищують точність оцінки та управління м'ясною продуктивністю овець. Зокрема, використання систем прецизійного тваринництва (Precision Livestock Farming) дозволяє здійснювати постійний моніторинг фізіологічного стану тварин, їхньої рухової активності, споживання корму та поведінкових реакцій у режимі реального часу.

Впровадження сенсорних технологій, автоматизованих систем зважування та ідентифікації тварин забезпечує отримання об'єктивних даних щодо динаміки росту і розвитку. Використання алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання сприяє

більш точному прогнозуванню продуктивних показників, оптимізації раціонів і підвищенню ефективності селекційних програм. [1-4].

Крім того, цифрові технології дозволяють інтегрувати показники продуктивності та благополуччя тварин у єдину інформаційну систему, що створює передумови для формування комплексних індексів оцінки. Це забезпечує більш об'єктивну диференціацію тварин за продуктивністю та дозволяє оперативно приймати управлінські рішення. Очікується, що широке впровадження штучного інтелекту та великих баз даних дозволить підвищити точність прогнозування продуктивності на 20-35%, знизити витрати кормів на одиницю продукції та підвищити забійний вихід за рахунок більш ефективного управління ростом і розвитком тварин. [1-4].

Інтегральна оцінка м'ясної продуктивності, що базується на поєднанні традиційних показників (жива маса, середньодобові прирости, забійний вихід, якість м'яса) з даними цифрового моніторингу та показниками добробуту, дозволяє значно підвищити точність оцінки та ефективність управління виробництвом.

Особливого значення набуває врахування показників благополуччя тварин, які в умовах інтенсифікації виробництва виступають важливим фактором підвищення продуктивності. Забезпечення оптимальних умов утримання, мінімізація стресу та дотримання біологічних потреб тварин сприяють покращенню їх фізіологічного стану, підвищенню ефективності використання кормів і якості м'ясної продукції.

**Висновки.** Проведений аналіз сучасних підходів до оцінки м'ясної продуктивності овець свідчить, що ефективність галузі визначається не лише генетичним потенціалом тварин, але й рівнем технологічного забезпечення, умовами утримання та інтеграцією цифрових інновацій. М'ясна продуктивність розглядається як інтегральна багатокомпонентна ознака, яка формується внаслідок взаємодії генетичних, паратипових і технологічних факторів, а також суттєво залежить від рівня добробуту тварин.

Встановлено, що традиційні підходи до оцінки продуктивності вже не забезпечують достатньої точності управлінських рішень у сучасному вівчарстві, оскільки не враховують динамічний характер біологічних процесів та вплив цифрових технологій. Перехід до інтегральних моделей оцінки, що поєднують зоотехнічні показники, дані сенсорного моніторингу та алгоритми штучного інтелекту, формує новий рівень аналітичного управління продуктивністю.

Впровадження технологій Precision Livestock Farming, систем автоматизованої ідентифікації, моніторингу росту та поведінки тварин забезпечує підвищення точності оцінки продуктивних ознак, оптимізацію годівлі та зменшення виробничих втрат. Одночасно інтеграція показників благополуччя у систему оцінки м'ясної продуктивності дозволяє підвищити біологічну ефективність виробництва та якість кінцевої продукції.

Таким чином, інтегральна оцінка м'ясної продуктивності овець у поєднанні з цифровими технологіями та принципами благополуччя формує нову науково-практичну парадигму розвитку вівчарства, яка забезпечує його економічну ефективність, екологічну збалансованість і технологічну конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Вовченко Б.О., Свириденко О.І. Вплив генетичних та паратипічних факторів на продуктивність овець асканійської породи. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2007. №2. С. 129-131.
2. Калиниченко Г.І., Коваль О.А. Вплив генотипових факторів на якісні показники вовнової та м'ясної продуктивності овець. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. Вип. 2(89), Ч. 1. С. 121-129.
3. М'ясна продуктивність овець. Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва : підруч. / за ред. О.Т. Бусенка. К. : Агроосвіта, 2014. С.266-267.
4. Safari E., Fogarty N. M., Gilmour A. R. Genetic parameters for sheep production traits. Journal of Animal Science. 2005. 83(5), 1157–1168.

## Секція № 6 Забезпечення національної та техногенної безпеки

### ВІДНОВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ У ПОСТРАЖДАЛИХ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ ГРОМАДАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Іртищев О.С., доктор філософії з менеджменту,  
Заклад вищої освіти «Міжнародний університет бізнесу і права»

**Вступ.** В умовах затяжного російсько-українського воєнного конфлікту та повномасштабного вторгнення у 2022 році проблема відновлення і формування людського капіталу у постраждалих від бойових дій громадах Півдня України набуває особливого значення. Людський капітал, який охоплює знання, навички, здоров'я та інші нематеріальні ресурси, є ключовим чинником відновлення економіки, забезпечення соціальної стабільності та розвитку громад. Визначення шляхів підвищення якості людського капіталу у постраждалих регіонах потребує комплексного підходу, що враховує специфіку місцевих умов і потреб населення.

Криза, викликана війною, часто призводить до психологічних травм. Психологічна підтримка населення є невід'ємною частиною відновлення. Програми, які допомагають людям адаптуватися до нових умов, підвищують їхній потенціал і сприяють розвитку соціальної згуртованості. Метою наукових досліджень є відновлення та формування людського капіталу у постраждалих від бойових дій громадах Півдня України шляхом впровадження комплексних заходів у сферах освіти, психологічної підтримки та економічного розвитку. Наукові дослідження спрямовані на підвищення якості життя населення, забезпечення доступу до освітніх ресурсів, покращення психологічного стану громад та створення нових робочих місць.

**Результати досліджень.** Стимулювання підприємництва за рахунок отримання нових знань та засвоєння навичок у постраждалих від бойових дій громадах Півдня України може стати важливим елементом відновлення економіки. Державна підтримка у вигляді субсидій або грантів у свою чергу може залучити нових підприємців та допомогти відновити бізнеси, що постраждали від конфлікту. Важливо також розвивати місцеві ініціативи та кооперації, які сприяють створенню нових робочих місць.

Відновлення людського капіталу у постраждалих від бойових дій громадах Півдня України можливе лише за умови комплексного підходу, що включає взаємодію між державними структурами, місцевими громадами та міжнародними організаціями. Прозорість у процесах відновлення, а також залучення населення до прийняття рішень сприятиме більш ефективному використанню ресурсів [1].

Однак для досягнення стійкого розвитку важливо також зміцнити інституційну спроможність місцевих органів влади. Підвищення їхньої ефективності у наданні соціальних послуг та управлінні ресурсами стане запорукою успішного формування людського капіталу.

Отже, ключовими факторами з відновлення та формування людського капіталу у постраждалих від бойових дій громадах Півдня України є:

- розширення доступу до онлайн-ресурсів і платформ для дорослих та дітей;
- освітні програми, спрямовані на зниження стресу та травмування через війну;
- курси та тренінги для підготовки молоді до сучасного ринку праці;
- розробка навчальних програм для підприємців, наприклад курси з розвитку бізнес-навичок та управління підприємством;
- створення бізнес-інкубаторів та платформ для стартапів, що надають менторську підтримку та ресурси;
- перекваліфікація, навчання, програми для дорослих, які втратили роботу, з нових професій та навичок;
- співпраця з підприємствами для організації стажувань для молоді;
- програми адаптації та працевлаштування для осіб, які перемістилися з інших регіонів [2].

Завдання, які стають перед науковцями: [3]

1. Відновлення освітніх програм:

- забезпечення необхідними ресурсами (підручники, методології, технології)

- створити платформу для онлайн-навчання
- 2. Розвиток дистанційного навчання:
  - Підготувати навчальні матеріали для дистанційного навчання.
  - Створення платформи для дистанційного навчання та професійних тренінгів
  - Розробка курсів за запитом місцевих громад і потреб ринку праці
- 3. Психологічна підтримка населення:
  - Забезпечення доступу до психологічних консультацій та підтримки.
  - Організувати тренінги для вчителів з роботи з дітьми, які пережили травму.
  - Організація груп підтримки, тренінгів та індивідуальних консультацій.
  - Включити соціально-емоційне навчання в навчальний план.
- 4. Стимулювання підприємництва [4]:
  - Підтримка стартапів та малих підприємств через фінансові гранти та навчальні програми.
    - Проведення бізнес-інкубаторів, конкурсів на кращий бізнес-план
    - Впровадити курси з профорієнтації та підприємництва.
    - Організувати курси та семінари з основ бізнесу, фінансового планування та маркетингу.
      - Проводити майстер-класи з успішними підприємцями
      - Організувати курси з нових професій, що мають попит.
- 5. Соціальна інтеграція та розвиток громади.

**Висновки.** На основі проведених досліджень, з урахуванням сучасних викликів воєнного періоду, тенденцій цифровізації та структурної перебудови економіки, а також підходів до формування стратегій розвитку управління персоналом, сформовано авторське бачення HR-стратегії. У роботі під такою стратегією розуміється комплекс відібраних відповідно до заданої мети та цілей інноваційних методів й інструментів кадрового менеджменту, що регламентовані відповідними принципами, процедурами, які забезпечені технічними та інформаційними засобами їх реалізації й у сукупності спрямовані на досягнення заданих результатів як у сфері управління кадровим потенціалом організації так і в процесах вирішення поточних бізнес-екосистем відповідно до стратегій розвитку в умовах війни та повоєнної реконструкції економіки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Irtyshev O. HR technologies in personnel management: the essence, functions, tools. Актуальні проблеми інноваційної економіки та права. 2024. No 1. С.107–111 (0,66 друк. арк.), входить до наукометричних баз реферування та індексування: Index Copernicus International (ICI).
2. Іртищева, І. О., Крамаренко, І. С., Войт, С. М., Дубинська, І. І., & Іртищев, О. С. Глобальні та національні тренди впливу віртуалізації економіки та суспільства на формування сучасних моделей HR менеджменту. Актуальні питання економічних наук. 2025. 9). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15067153> входить до наукометричних баз реферування та індексування: Index Copernicus International (ICI), WorldCat, Google Scholar, Windows Live Academic, ResearchBible, Open Academic Journals Index, CiteFactor, InfoBase.
3. Войт С. М., Крамаренко І. С., Іртищева І. О., Дубинська І. І., Іртищев О. С. Розвиток національної та регіональної системи управління персоналом в умовах глобальної нестабільності. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2025. Том 10. No 1. С. 260 – 265. входить до наукометричних баз реферування та індексування: Index Copernicus International (ICI), WorldCat, Google Scholar, Windows Live Academic, ResearchBible, Open Academic Journals Index, CiteFactor, InfoBase.
4. Іртищева, І., Крамаренко, І., Войт, С., Дубинська, І., & Іртищев, О. Економічна діагностика довоєнного стану сфери управління людськими ресурсами та персоналом на макро-, мезо-, мікрорівнях. THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMIC SYSTEMS. 2025. (1), 295–302. <https://doi.org/10.31891/mdes/2025-15-39> входить до наукометричних баз реферування та індексування: Index Copernicus International (ICI), WorldCat, Google Scholar, Windows Live Academic, ResearchBible, Open Academic Journals Index, CiteFactor, InfoBase.

## ІННОВАЦІЙНІ ПЕРСПЕКТИВИ СТІЙКОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Попова А.Б., кандидат економічних наук, доцент кафедри фінансів, обліку і оподаткування  
ЗВО «Міжнародного університету бізнесу і права» (Херсон-Миколаїв)

**Вступ.** Повномасштабне вторгнення російської федерації у 2022 році стало найсерйознішим випробуванням для критичної інфраструктури України. Телекомунікаційна галузь перетворилася на елемент національної безпеки, забезпечуючи координацію оборони, роботу державних органів, соціальну згуртованість та економічну активність [1; 2].

Метою дослідження є аналіз інноваційних перспектив стійкості галузі на основі даних звітів Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку, дала НКЕК за 2022–2025 роки та інших джерел. Новизна полягає в комплексному узагальненні досвіду України як моделі для інших країн у кризових умовах.

**Результати досліджень.** Війна призвела до масових руйнувань інфраструктури, кібератак та системних перебоїв з електропостачанням. У перші місяці 2022 року ключовими інструментами стали національний роумінг (до 2,2 млн. користувачів щодня) та доступ до супутникових терміналів Starlink [3].

У 2023–2025 роках пріоритетом стала енергетична автономність мереж. Оператори активно встановлювали генератори та акумуляторні системи. НКЕК сприяла прискореному приєднанню об'єктів до електромереж [1].

НКЕК впровадила стабільні регуляторні заходи. Серед них були впроваджені такі інноваційні кроки:

- імплементація норм ЄС (Закон №4670-ІХ та подальші зміни);
- ухвалення Порядку спільного використання інфраструктури;
- проведення аукціонів радіочастотного спектру (2024 рік — майже 3 млрд. грн до бюджету);
- підготовка до приєднання до роумінгової зони ЄС «Роумінг як вдома» (з 01.01.2026) [1; 4].

Варто зазначити, що телекомунікаційна галузь демонструє стійке зростання попри війну (табл.1).

Таблиця 1 – Динаміка загальних доходів галузі (млрд. грн)

Рік	Загальні доходи	Електронні комунікації	Поштовий зв'язок	Загальне зростання, %
2022	90,1	83,2	-	-
2023	130,5	97,3	33,2	+ 45
2024	154,4	109,5	44,9	+ 18
2025	178,6	125,9	52,7	+ 15,7

Джерело: розроблено автором на основі [1; 2].

Як свідчать дані капітальних інвестицій за досліджуваний період, то можемо простежити їх стійку позитивну динаміку у сферу електронних комунікацій упродовж 2022–2025 рр. (рис.1).

Обсяг інвестицій зріс із 12,6 млрд грн у 2022 році до 33,9 млрд грн у 2025 році, тобто майже у 2,7 раза. Найвищий темп приросту спостерігався у 2023 році, коли обсяг капітальних вкладень збільшився на 50 % порівняно з попереднім роком. У 2024 році приріст становив 32,7 %, а у 2025 році — близько 35 %, що свідчить про збереження високої інвестиційної активності в галузі.

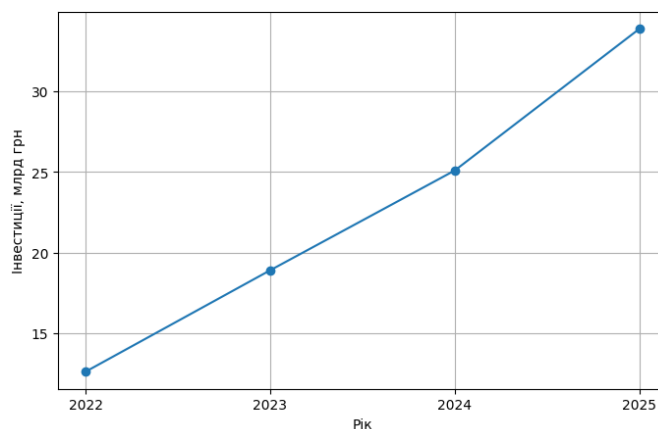


Рис.1 – Капітальні інвестиції в електронні комунікації  
Джерело: розроблено автором на основі [1; 2].

Необхідно зазначити, що у 2025 році понад 87% дато-трафіку здійснювалося через мережі 4G, кількість активних 4G-карток сягнула 31,6 млн. Тестування Starlink Direct-to-Cell дозволило доставити понад 1,2 млн SMS навіть у зонах з відсутнім наземним покриттям [1].

Можна з упевненістю сказати, що інноваційні перспективи розвитку даної галузі включають: повномасштабне розгортання 5G; подальший розвиток гібридних мереж (наземні + супутникові Direct-to-Cell); посилення кіберзахисту та резервування; повну інтеграцію до Єдиного цифрового ринку ЄС; забезпечення універсальних послуг у сільській місцевості [1; 5].

**Висновки.** Отримані результати підтверджують посилення ролі електронних комунікацій у процесах цифрової трансформації економіки та суспільства. Відповідно до цього, зростання інвестицій пов'язуємо з модернізацією телекомунікаційної інфраструктури, розвитком мереж нового покоління, розширенням цифрових сервісів та підвищенням попиту на сучасні інформаційно-комунікаційні технології. Загалом тенденція свідчить про стратегічну важливість сектору електронних комунікацій для забезпечення інноваційного розвитку та підвищення конкурентоспроможності економіки України.

Телекомунікаційна галузь України в умовах повномасштабної війни продемонструвала високу адаптивність та інноваційність. Завдяки злагодженим діям НКЕК, операторів та міжнародних партнерів галузь перетворилася з об'єкта захисту на драйвер відновлення економіки. Досвід 2022–2025 років має важливе значення для глобальної спільноти та стане фундаментом для позиціонування України як потужного електронно-комунікаційного хабу в Європі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Звіт про діяльність Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку за 2025 рік. Київ, 2026.
2. Звіт про діяльність Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку за 2023 рік. Київ, 2024.
3. Звіт про діяльність Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку за 2022 рік. Київ, 2023.
4. Звіт про діяльність Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах електронних комунікацій, радіочастотного спектра та надання послуг поштового зв'язку за 2024 рік. Київ, 2025.
5. Офіційний сайт НКЕК. URL: <https://nkek.gov.ua> (дата звернення: 10.05.2026).

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COUNTERING DISINFORMATION AND INFORMATION THREATS: INTERNATIONAL EXPERIENCE

Savin S.O., Doctor of Economic Sciences, Associate Professor  
Kherson National Technical University

**Introduction.** Disinformation is not a new phenomenon, but its current scale and speed are. What once required state broadcasting infrastructure can now be achieved with a smartphone and a social media account. The academic literature has struggled to keep pace: foundational frameworks such as that proposed by Wardle and Derakhshan [1] remain widely cited precisely because the field has not yet produced anything more authoritative. This is telling. It suggests that our conceptual tools are lagging behind the operational reality — a gap that artificial intelligence is increasingly being asked to fill. The present report examines how AI-based approaches to disinformation detection and mitigation have developed across different institutional contexts, and asks whether the international experience accumulated so far offers lessons that are genuinely transferable.

**Research Results.** The most visible applications of AI in this domain are those deployed by large commercial platforms. Meta, Google, and X (formerly Twitter) have invested heavily in natural language processing and machine learning systems designed to identify and label false or misleading content before it spreads widely. The results are, at best, mixed. Research consistently shows that automated classifiers perform well on the content they were trained on and poorly on everything else — a limitation that becomes particularly acute when disinformation is deliberately constructed to evade detection [2]. The platforms themselves rarely publish performance data in sufficient detail to allow independent assessment, which makes it difficult to separate genuine progress from public relations.

Regulatory pressure has begun to change this dynamic, at least in Europe. The Digital Services Act (2022) obliges very large platforms to conduct risk assessments and implement mitigation measures for systemic disinformation risks, with results subject to independent audit [4-8]. Whether this will produce meaningful transparency remains to be seen, but it represents a qualitatively different approach from the voluntary commitments that preceded it. The contrast with the regulatory environment in the United States — where no comparable federal framework exists — is instructive.

At the state level, investment in AI-based information security tools has grown considerably, though much of it remains classified or insufficiently documented for rigorous scholarly analysis. The US DARPA Media Forensics programme, the UK GCHQ's published work on AI ethics in national security contexts, and Estonia's integration of AI into its e-governance infrastructure are among the more visible examples. NATO's Strategic Communications Centre of Excellence has similarly developed AI-assisted monitoring capabilities, particularly in tracking disinformation campaigns directed at Ukraine [1]. What these initiatives share is a recognition that human analysts alone cannot process the volume of content involved. What they do not yet share is any common standard for evaluating effectiveness.

The academic contribution to this field has been more methodologically rigorous, if necessarily narrower in scope. Work on automated rumour detection [2] and on the social dynamics of bot networks [5, 9-15] has produced tools and findings that are reproducible and, in principle, generalizable. The honest caveat is that peer-reviewed research tends to operate on datasets that are cleaner and more tractable than the environments in which real disinformation campaigns unfold.

**Conclusions.** The international experience reviewed here does not support straightforward optimism about AI as a solution to disinformation. The technology is improving, but so are the techniques used to circumvent it. More fundamentally, disinformation is a social and political problem, and no classifier, however accurate, addresses the conditions that make false narratives

credible and attractive to their audiences. The most defensible conclusion from the comparative evidence is that AI works best as one component of a broader response that includes media literacy, independent journalism, regulatory oversight, and — critically — institutional trust [3].

For countries such as Ukraine, which face disinformation not as an abstract policy problem but as an active instrument of war, the stakes of getting this balance right are unusually high. The DSA framework [4] offers one regulatory model worth examining, though its applicability outside the EU context raises real questions. Future research should focus less on demonstrating that AI can detect disinformation under controlled conditions — that has largely been established — and more on understanding why interventions that work in laboratory settings so often fail in the field. Developing ethical standards for AI deployment in this domain, as Jobin et al. [6] argue, is not a secondary concern but a precondition for any approach that aspires to democratic legitimacy.

## LITERATURE

1. Wardle C., Derakhshan H. Information Disorder: Toward an Interdisciplinary Framework for Research and Policy Making. Council of Europe Report DGI(2017)09. Strasbourg: Council of Europe, 2017. 107 p.
2. Zubiaga A. et al. Detection and Resolution of Rumours in Social Media: A Survey. *ACM Computing Surveys*. 2018. Vol. 51, No. 2. P. 1–36.
3. Floridi L. et al. AI4People — An Ethical Framework for a Good AI Society. *Minds and Machines*. 2018. Vol. 28. P. 689–707.
4. Regulation (EU) 2022/2065 of the European Parliament and of the Council (Digital Services Act). *Official Journal of the European Union*. 2022.
5. Ferrara E. et al. The Rise of Social Bots. *Communications of the ACM*. 2016. Vol. 59, No. 7. P. 96–104.
6. Jobin A. et al. The Global Landscape of AI Ethics Guidelines. *Nature Machine Intelligence*. 2019. Vol. 1. P. 389–399.
7. Saeidnia, H.R., Hosseini, E., Lund, B. et al. Artificial intelligence in the battle against disinformation and misinformation: a systematic review of challenges and approaches. *Knowl Inf Syst*. 2025. 67, 3139–3158.
8. Lan DH, Tung TM. Exploring fake news awareness and trust in the age of social media among university student TikTok users. *Cogent Social Sci*. 2024. 10(1):2302216.
9. Akhtar P, Ghouri AM, Khan HUR, Amin Ul Haq M, Awan U, Zahoor N et al. Detecting fake news and disinformation using artificial intelligence and machine learning to avoid supply chain disruptions. *Ann Oper Res*. 2022. 66:1–25.
10. Akhtar P, Ghouri AM, Khan HUR, Aminul Haq M, Awan U, Zahoor N et al. Detecting fake news and disinformation using artificial intelligence and machine learning to avoid supply chain disruptions. *Ann Oper Res*. 2023. 327(2):633–657
11. Elahi M, Afolaranmi SO, Martinez Lastra JL, Perez Garcia JA. A comprehensive literature review of the applications of AI techniques through the lifecycle of industrial equipment. *Discov Artif Intell*. 2023 3(1):43.
12. Cartwright B, Frank R, Weir G, Padda K. Detecting and responding to hostile disinformation activities on social media using machine learning and deep neural networks. *Neural Comput Appl*. 2022. 34(18):15141–15163.
13. De S, Jangra S, Agarwal V, Johnson J, Sastry N. Biases and Ethical Considerations for Machine Learning Pipelines in the Computational Social Sciences. *Ethics in Artificial Intelligence: Bias, Fairness and Beyond*. Springer. 2023. P. 99–113.
14. Choraś M, Demestichas K, Gielczyk A, Herrero Á, Ksieniewicz P, Remoundou K et al. Advanced machine learning techniques for fake news (online disinformation) detection: a systematic mapping study. *Appl Soft Comput*. 2021. 101:107050.
15. Zubair T, Raquib A, Qadir J. Combating fake news, misinformation, and machine learning generated fakes: insight's from the Islamic ethical tradition. *Icr Journal*. 2019 10(2):189–212.

# КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ТА ВІДПОВІДАЛЬНЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЯК ОСНОВА МАЙБУТНЬОГО ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ХЕРСОНЩИНИ

Білик Я.О., доктор філософії PhD, старший викладач,  
Херсонського національного технічного університету

**Вступ.** У сучасних суспільно-політичних та економічних умовах проблема розвитку людського капіталу набуває особливої актуальності для України та її регіонів. Херсонщина, яка зазнала значних наслідків воєнних дій, стикається з комплексом соціальних, демографічних, освітніх та економічних викликів, що потребують ефективних механізмів реагування. Особливого значення набувають критичне мислення, адаптивність та здатність особистості до відповідального прийняття рішень у ситуаціях високої невизначеності і інтенсивності. Зазначені компетентності виступають важливими чинниками формування стійкості до деструктивних інформаційних впливів, розвитку аналітичного мислення та підвищення рівня громадянської свідомості й соціальної відповідальності. Провідна роль у формуванні таких якостей належить системі освіти, яка забезпечує підготовку компетентного, конкурентоспроможного, мобільного та соціально активного молодого покоління. У цьому контексті розвиток людського капіталу слід розглядати як одну з ключових передумов соціально-економічного відновлення, зміцнення регіональної стійкості та забезпечення довгострокового розвитку Херсонщини.

**Результати досліджень.** Сьогодні важливо приділяти увагу людському капіталу як сукупності знань, професійних компетентностей, практичних навичок та особистісних якостей, що визначають потенціал людини до ефективної діяльності й суспільного розвитку. Основними чинниками формування людського капіталу виступають освіта, професійний розвиток, здатність до безперервного навчання та адаптації до динамічних умов сучасного середовища, що безпосередньо впливають на рівень економічної та соціальної стійкості регіону. Водночас в умовах інформаційного суспільства та гібридних загроз варто приділити увагу щодо формування критичного мислення як ключової компетентності сучасної особистості, яка забезпечує здатність до аналізу інформації, оцінювання її достовірності та протидії дезінформаційним впливам. Розвиток критичного мислення в умовах інформаційної війни та високого рівня невизначеності є необхідною передумовою формування свідомого, відповідального та соціально стійкого громадянина, здатного приймати обґрунтовані рішення в складних суспільних умовах.

Важливим аспектом розвитку сучасного суспільства є формування здатності особистості до відповідального прийняття рішень в умовах кризових ситуацій, соціальної нестабільності та швидких суспільних трансформацій. Адаптація до динамічних змін, уміння оцінювати ризики та нести відповідальність за власні рішення і дії виступають необхідними характеристиками конкурентоспроможної та соціально зрілої особистості. У цьому процесі особлива роль належить системі освіти, яка має забезпечувати не лише передачу знань, але й розвиток soft skills, зокрема комунікаційних навичок, емоційного інтелекту, критичного мислення та здатності до командної взаємодії. Водночас впровадження сучасних підходів до навчання та створення інноваційного освітнього середовища сприяють формуванню активної, відповідальної та громадянської свідомої молоді, здатної ефективно діяти в умовах сучасних викликів.

**Висновки.** Розвиток людського капіталу є визначальним чинником соціально-економічного відновлення та довгострокового поступу Херсонщини. Особливого значення набуває критичне мислення, яке забезпечує здатність особистості до свідомого аналізу інформації, відповідального прийняття рішень і протидії дезінформаційним впливам, що є ключовим для майбутнього України. Необхідним є розвиток освітніх і соціальних ініціатив для формування конкурентоспроможного людського капіталу та міждисциплінарних навичок.

# **РОЛЬ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ У ЗМІЦНЕННІ БІОБЕЗПЕКИ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЇЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

Рагуля М., старший викладач  
Херсонський державний аграрно-економічний університет, Україна

В умовах воєнного стану та активних бойових дій на території Херсонської області питання біобезпеки набуває особливої актуальності. Південний регіон України є важливим аграрним центром держави, де тваринництво та виробництво продукції тваринного походження відіграють значну роль у забезпеченні продовольчої безпеки країни. Однак наслідки військової агресії суттєво вплинули на функціонування агропромислового комплексу, створивши додаткові ризики для епізоотичного благополуччя, ветеринарно-санітарного контролю та безпечності харчової продукції.

Бойові дії, руйнування інфраструктури, тимчасова окупація окремих територій, порушення логістичних ланцюгів та обмеження доступу до ветеринарного обслуговування призвели до ускладнення системи контролю за здоров'ям тварин. Значна кількість господарств зазнала втрат поголів'я, дефіциту кормів, порушення умов утримання та водопостачання. У таких умовах підвищується ризик виникнення та поширення інфекційних і паразитарних захворювань тварин, зокрема африканської чуми свиней, сказу, лептоспірозу, сибірки та високопатогенного грипу птиці.

Особливу небезпеку становлять неконтрольовані переміщення тварин, загибель худоби внаслідок обстрілів, забруднення територій вибухонебезпечними предметами та погіршення санітарного стану довкілля. Руйнування систем утилізації біологічних відходів і ветеринарної інфраструктури створює сприятливі умови для розвитку патогенних мікроорганізмів та виникнення біологічних загроз не лише для тварин, а й для населення.

У цих умовах ветеринарна медицина виконує надзвичайно важливу функцію щодо забезпечення біобезпеки регіону. Фахівці ветеринарної служби здійснюють епізоотичний моніторинг, контроль за переміщенням тварин і продукції тваринного походження, проведення профілактичних щеплень, лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Важливим напрямом є недопущення потрапляння на споживчий ринок небезпечної продукції, отриманої в умовах порушення ветеринарно-санітарних вимог.

Одним із ключових завдань ветеринарної медицини в період воєнного стану є забезпечення стабільного функціонування системи продовольчої безпеки. Контроль якості та безпечності м'ясної, молочної й іншої продукції тваринного походження дозволяє мінімізувати ризики виникнення харчових токсикоінфекцій та захистити здоров'я населення. Особливого значення набуває впровадження сучасних систем біозахисту, принципів НАССР та концепції «Єдине здоров'я» (One Health), яка передбачає взаємодію ветеринарної, медичної та екологічної сфер у боротьбі з біологічними загрозами.

Важливим елементом зміцнення біобезпеки є розвиток мобільних ветеринарних груп, удосконалення системи державного моніторингу, цифровізація ветеринарного контролю та міжнародна співпраця у сфері протиепізоотичних заходів. У післявоєнний період ветеринарна медицина матиме ключове значення для відновлення тваринництва, екологічної стабілізації територій та забезпечення сталого розвитку південного регіону України.

Отже, ветеринарна медицина є важливим інструментом забезпечення біобезпеки та продовольчої стабільності Херсонщини в умовах війни. Ефективна діяльність ветеринарної служби сприяє збереженню епізоотичного благополуччя, захисту населення від біологічних загроз та створює передумови для відновлення й сталого розвитку аграрного сектору півдня України.

## МОЛОДЬ ФОРМУЄ МАЙБУТНЄ: ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ДЛЯ БІОБЕЗПЕКИ ТА НЕЗАЛЕЖНОСТІ

Сауляк Н., к. с.-г.н., голова Ради молодих вчених Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннєзнавства та сортівивчення НААН (СГІ-НЦНС, м. Одеса)

Сучасний агропромисловий комплекс України функціонує в умовах безпрецедентних викликів. Комплексний ефект глобальних кліматичних змін, ескалації біогенних загроз та геополітичної нестабільності вимагає радикальної перебудови підходів до забезпечення продовольчої безпеки. Традиційні методи селекції, попри їхню фундаментальну цінність, самотійно вже не здатні забезпечити необхідну швидкість адаптації агроecosystem до стрімких змін довкілля.

У цьому контексті Селекційно-генетичний інститут (СГІ-НЦНС) виступає головним форпостом півдня України, який трансформує теоретичні біологічні розробки у практичні чинники національної безпеки. Головним рушієм цієї трансформації стають молоді науковці. Молоді вчені інституту інтегрують методи класичної генетики з передовими інструментами біотехнології, біоінформатики та цифрового аналізу. Метою є створення вітчизняного насінневого фонду нового покоління, який гарантуватиме повну незалежність від імпортного матеріалу та захистить продовольчий суверенітет держави.

Молоді дослідники інституту здійснюють оптимізацію генетичного потенціалу широкого спектру сільськогосподарських культур, забезпечуючи урізноманітнення та стійкість аграрного сектору:

- **Озима та яра пшениця:** Робота спрямована на поєднання високої продуктивності з підвищеною посухо- та жаро-, а також стійкістю до хвороб в умовах Степу. Особлива увага приділяється генетичному контролю якості зерна (вміст клейковини та сила борошна) експортного потенціалу.

- **Озимий та ярий ячмінь:** Селекційні програми орієнтовані на створення пивоварних та кормових сортів із високою адаптивністю. Пріоритетом є стійкість до вилягання та збудників основних грибкових хвороб.

- **Соняшник:** Дослідження концентруються на створенні високогетерозисних гібридів, стійких до нових рас вовчка та несправжньої борошністої роси. Впроваджуються напрями селекції на високий вміст олеїнової кислоти.

- **Зернобобові культури (горох, нут, соя):** Науковці працюють над підвищенням азотфіксувального потенціалу рослин, що дозволяє суттєво знизити залежність від хімічних азотних добрив та покращити структуру ґрунту.

Молоді вчені СГІ формують нову архітектуру селекційного процесу за допомогою інтеграції сучасних методологічних платформ, які значно скорочують час створення комерційних сортів:

### **Маркер-асоційована селекція (MAS)**

Застосування молекулярно-генетичних маркерів (SSR, SNP) дозволяє проводити скринінг селекційного матеріалу на ранніх етапах онтогенезу. Науковці ідентифікують наявність цільових генів стійкості до біотичних (іржа, септоріоз, фузаріоз) та абіотичних факторів безпосередньо в лабораторіях, що виключає потребу багаторічних польових випробувань нестабільних ліній.

Молоде покоління дослідників Селекційно-генетичного інституту успішно трансформує класичну аграрну науку у високотехнологічну індустрію. Поєднання MAS-селекції, ДН-технологій та цифрового аналізу дозволяє створювати адаптивні агрофітоценози майбутнього. Вітчизняна селекція під керівництвом молоді стає не просто інструментом виробництва, а базовим елементом системи національної біобезпеки, що гарантує незалежність та стабільний розвиток України навіть за екстремальних кліматичних та геополітичних змін.

## Секція № 7 Міждисциплінарні дослідження як основа сталого розвитку

### ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ДО ПЕРШОЇ ОБЛАСНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ ТА ДНЯ НАУКИ

Вожегова Р.А., доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, в.о. директора Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насінництва та сортовивчення НААН,

Щиро вітаємо учасників Першої обласної науково-практичної конференції молодих науковців «НАУКА ЯК ОСНОВА РОЗВИТКУ, БЕЗПЕКИ ТА НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ – 2026», що проводиться з нагоди відзначення Дня науки в Україні.

Проведення цього заходу є важливою подією для молоді наукової спільноти, оскільки створює можливості для фахового обговорення актуальних наукових проблем, презентації результатів досліджень, а також формування нових наукових зв'язків між дослідниками різних галузей. Конференція виступає ефективним майданчиком для інтеграції молодих учених у національний та міжнародний науковий простір, сприяючи розвитку їхнього наукового потенціалу. У сучасних умовах українська наука набуває особливого значення як один із ключових чинників забезпечення стійкості держави, її економічного розвитку та технологічної незалежності. Саме наукові дослідження створюють основу для впровадження інновацій, модернізації виробництва, розвитку цифрових технологій та підвищення якості життя населення.

Молоді науковці сьогодні відіграють надзвичайно важливу роль у цих процесах. Вони є активними учасниками наукового поступу, носіями сучасних підходів до досліджень, генераторами нових ідей та ініціатив, які спрямовані на вирішення як фундаментальних, так і прикладних завдань. Їхня діяльність сприяє оновленню наукових шкіл та розширенню міждисциплінарних досліджень.

Окремо слід відзначити значущість аграрної науки, яка є базовою складовою національної безпеки України. Дослідження у сфері селекції, насінництва, фізіології рослин, збереження та відновлення родючості ґрунтів, а також адаптації аграрного виробництва до кліматичних змін мають стратегічне значення для забезпечення стабільного розвитку сільського господарства та продовольчої безпеки. Ці напрями є особливо актуальними в умовах сучасних глобальних викликів. Участь саме молодих науковців у вирішенні зазначених проблем сприяє формуванню нового покоління дослідників, здатних працювати на перетині науки, технологій та практичних потреб суспільства, що є запорукою інноваційного розвитку України та її інтеграції у світовий науковий простір.

У день професійного свята – Дня науки – висловлюємо щирю вдячність усій науковій спільноті за невтомну працю, відданість справі, вагомий внесок у розвиток держави, зміцнення її інтелектуального потенціалу та підтримку молодих учених. Бажаємо учасникам конференції нових наукових досягнень, творчого натхнення, професійного зростання, плідної співпраці та успішної реалізації дослідницьких ініціатив. Нехай результати вашої праці слугують розвитку української науки, зміцненню держави та її відновленню.

Слава Україні! Героям слава!

## УПРАВЛІННЯ ЗМІНАМИ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД

Філіппова В.Д., доктор наук з державного управління, професор  
Херсонський національний технічний університет  
Головата О. О., здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальності D4 «Публічне управління та адміністрування»,  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Питання сталого розвитку територіальних громад у сучасних умовах виходить за межі традиційного трактування розвитку як економічного зростання, ресурсного забезпечення або реалізації окремих місцевих програм. Дедалі більшою мірою ця проблематика набуває управлінського змісту, оскільки сталість громади визначається не лише обсягом наявних ресурсів, а й здатністю місцевої системи своєчасно розпізнавати зміни, інтерпретувати їхню природу та зберігати внутрішню узгодженість в умовах нестабільного середовища. Територіальна громада не існує у стані завершеної рівноваги: її розвиток постійно формується під впливом соціальних, економічних, технологічних, демографічних та інституційних зрушень. Саме тому сталість не може бути ототожнена з незмінністю. Навпаки, у сучасних умовах вона дедалі більше пов'язується зі здатністю громади залишатися функціональною, керованою та орієнтованою на розвиток за умов постійної трансформації. У цьому контексті управління змінами постає не як сукупність адміністративних дій, спрямованих на оновлення окремих процесів, а як важлива аналітична категорія, що дає змогу пояснити зв'язок між мінливістю середовища та спроможністю громади до довгострокового розвитку. Йдеться не лише про реагування на нові обставини, а про здатність місцевої системи осмислювати зміни, співвідносити їх із власними ресурсами, інтересами та перспективами, а також підтримувати цілісність громади в умовах невизначеності.

У наукових дослідженнях управління змінами розглядається крізь призму знань, інноваційності, стратегічної спрямованості та адаптації до впливів зовнішнього й внутрішнього середовища [1; 2]. Водночас дослідження сталого розвитку громад і територій в умовах турбулентності акцентують увагу на необхідності збереження соціально-економічного потенціалу, управлінської спроможності та здатності територій протистояти дестабілізаційним процесам [3]. Отже, управління змінами доцільно розглядати як один із чинників, що забезпечує не лише адаптацію територіальних громад до нових умов, а й збереження їхньої довгострокової розвиткової спрямованості.

**Результати досліджень.** Теоретичний аналіз окресленої проблеми дає підстави стверджувати, що взаємозв'язок між управлінням змінами та сталим розвитком територіальних громад має складний і неоднозначний характер. Зміни самі по собі не є гарантією розвитку. Вони можуть відкривати нові можливості, але водночас здатні поглиблювати фрагментарність управління, посилювати соціальну напруженість, руйнувати усталені форми взаємодії або створювати ілюзію оновлення без реального якісного зрушення. Так само стабільність не завжди є ознакою сталості, оскільки може приховувати інституційну інерцію, управлінську пасивність або небажання місцевої системи реагувати на нові виклики. Саме в цьому полягає одна з ключових суперечностей сталого розвитку територіальних громад: громада має змінюватися для збереження життєздатності, однак хаотична або недостатньо осмислена змінність може послаблювати її цілісність. Відтак управління змінами набуває значення не лише організаційного, а й змістового чинника сталого розвитку. Його роль полягає не в простому прискоренні трансформацій, а в наданні їм раціонального, стратегічно виправданого та соціально прийняттого характеру.

З огляду на сказане сталий розвиток територіальної громади доцільно розглядати не як збереження наявного стану, а як здатність підтримувати розвиткову спрямованість за

умов постійної зміни обставин. У такому розумінні управління змінами виконує функцію смислового впорядкування розвитку: воно дозволяє відрізнити необхідне оновлення від формального реформування, стратегічну трансформацію – від поточної адміністративної активності, а адаптацію – від ситуативного пристосування.

Важливе значення для розуміння цієї проблематики має положення про знанняву основу управління змінами. Т. Сабецька та В. Яблонь підкреслюють, що зміни, які ґрунтуються на знаннях, інноваціях і прогресивних технологіях, можуть виступати детермінантами розвитку територій і громад [1]. У площині місцевого розвитку це положення потребує ширшого трактування. Знання не можна зводити лише до інформації, статистичних даних чи управлінської звітності. Йдеться насамперед про здатність громади осмислювати власний досвід, розпізнавати причинно-наслідкові зв'язки між управлінськими рішеннями та їхніми соціальними наслідками, а також відмежовувати поверхові труднощі від структурних проблем.

Без такої здатності управління змінами ризикує набути формального характеру, коли зовнішня динаміка рішень не супроводжується реальним підвищенням спроможності громади. Натомість знанняве підґрунтя змін дозволяє перейти від реактивної логіки управління до більш усвідомленого бачення розвитку, у межах якого зміни не нав'язуються як самоціль, а розглядаються як спосіб підтримання життєздатності громади.

Стратегічний вимір управління змінами, розкритий Н. Захарчук, Н. Гавловською та Є. Рудніченком, дає змогу розглядати зміни як процес, зумовлений взаємодією зовнішніх і внутрішніх чинників [2]. Для територіальних громад це має принципове значення, оскільки їхній розвиток залежить не лише від державної політики, економічної ситуації, технологічних зрушень або ресурсної бази, а й від внутрішньої управлінської культури, якості комунікації, рівня довіри, спроможності посадових осіб і мешканців сприймати зміни не лише як ризик, а і як умову подальшого розвитку.

Отже, сталість громади не може забезпечуватися виключно зовнішніми ресурсами чи нормативними рішеннями. Вона формується також через внутрішню готовність місцевої системи до переосмислення власних практик. У цьому аспекті управління змінами виявляє не тільки організаційний, а й культурний вимір, оскільки будь-яка трансформація зачіпає сталі уявлення про відповідальність, участь, пріоритети, розподіл повноважень і межі допустимого оновлення.

Окремого аналітичного значення набуває співвідношення змін і часу. Управлінська практика територіальних громад часто орієнтована на вирішення поточних проблем, тоді як сталий розвиток передбачає довшу часову перспективу. У цьому сенсі управління змінами виступає способом узгодження короткострокових реакцій із довгостроковими наслідками. Якщо управлінські рішення ухвалюються лише під тиском поточної ситуації, громада може тимчасово зберігати функціонування, але втрачати стратегічну перспективу. Якщо ж управління орієнтується винятково на майбутні цілі й ігнорує актуальні потреби населення, воно втрачає соціальну переконливість. Саме ця напруга між поточним і перспективним розкриває управлінську складність сталого розвитку. Територіальна громада має одночасно реагувати на невідкладні виклики та не втрачати довгострокової логіки розвитку. Управління змінами у такому разі постає як спосіб утримання цієї рівноваги, однак не в статичному, а в динамічному значенні.

Турбулентність, на якій акцентується у дослідженнях сталого розвитку громад і територій, не лише ускладнює функціонування місцевого самоврядування, а й змінює саме розуміння розвитку [3]. За відносно стабільних умов розвиток може тлумачитися як поступове нарощування ресурсів, модернізація інфраструктури або розширення спектра послуг. В умовах турбулентності він дедалі більше пов'язується зі здатністю громади зберігати керованість, підтримувати соціальну взаємодію, уникати управлінської інерції та не допускати розриву між формальними цілями і реальними потребами мешканців. У цьому сенсі управління змінами не є зовнішнім додатком до сталого розвитку. Воно стає одним зі способів його аналітичного осмислення. Через категорію змін можна побачити, наскільки

грумада здатна не лише реагувати на порушення звичного порядку, а й перетворювати нестабільність на підставу для переоцінки власних управлінських підходів. При цьому важливо, що йдеться не про безперервне реформування заради самого оновлення, а про здатність громади розпізнавати ті зміни, які справді мають розвивальне значення.

Управління змінами у територіальній громаді має також виразний соціальний вимір. Зміни ніколи не обмежуються документами, процедурами чи інституційними рішеннями. Вони впливають на очікування мешканців, характер довіри до органів місцевого самоврядування, розподіл відповідальності, відчуття причетності до майбутнього громади. Саме тому сталість розвитку залежить не лише від формальної правильності управлінських рішень, а й від того, чи сприймаються ці рішення як зрозумілі, виправдані та пов'язані з реальними інтересами місцевої спільноти. У цьому контексті управління змінами постає як процес узгодження управлінських намірів із соціальними очікуваннями громади, без чого навіть обґрунтовані рішення можуть втрачати підтримку. Соціальна прийнятність змін стає передумовою їхньої сталості, оскільки мешканці є не лише адресатами управлінських впливів, а й співучасниками місцевого розвитку. Тому в теоретико-аналітичному вимірі управління змінами слід розглядати як чинник, що поєднує інституційну здатність громади до оновлення з її соціальною згуртованістю та довгостроковою розвивальною орієнтацією. Звідси випливає, що управління змінами як чинник сталого розвитку має розглядатися не через кількість здійснених перетворень, а через їхню здатність підтримувати цілісність громади, посилювати її суб'єктність і забезпечувати зв'язок між поточними рішеннями та майбутніми наслідками. Зміни, залишені поза належним осмисленням, можуть посилювати нестабільність. Сталість, ототожнена з незмінністю, може призводити до інерції. Тому саме керована змінність дає змогу територіальній громаді зберігати власну спроможність розвитку у складному й нестійкому середовищі.

**Висновки.** Отже, управління змінами доцільно розглядати як один із важливих чинників сталого розвитку територіальних громад. Його значення полягає в тому, що воно дозволяє поєднати необхідність оновлення із потребою збереження цілісності, керованості та довгострокової спрямованості місцевого розвитку. У сучасних умовах сталість не може тлумачитися як незмінність або просте підтримання наявного стану. Вона пов'язана зі здатністю територіальної громади обдуманно реагувати на трансформації середовища, переоцінювати власні управлінські практики та зберігати динаміку розвитку в умовах невизначеності. Управління змінами виступає тим чинником, через який сталий розвиток набуває не декларативного, а управлінського змісту. Воно забезпечує зв'язок між поточними потребами громади, її внутрішньою спроможністю та довгостроковими орієнтирами. Саме тому сталий розвиток територіальних громад потребує не лише наявності стратегічних документів чи ресурсів, а й загальної готовності місцевої системи до осмисленого, відповідального та соціально прийняттого оновлення.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Сабецька, Т. І., Яблонь, В. Д. Управління змінами, що базується на знаннях: принципи, завдання і засоби в системі публічної політики. Академічні візії, 2025. Вип.43. С. 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15402458>

2. Захарчук, Н., Гавловська, Н., Рудніченко, Є. Управління змінами: стратегічний вимір. Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences, 2025. №334(5). С. 452-456. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2024-334-68>.

3. Крамський С. О. Сталий розвиток громад та територій в умовах турбулентності. Управлінські парадигми сталого розвитку та інклюзивного економічного зростання : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Суми, 19-20 листопада 2025 р. / за заг. ред. І. І. Рекуненка, В. В. Сулим. Суми : Сумський державний університет, 2025. С. 238-241. URL: <https://surl.li/oliuii>

# ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ ШАМПУНІВ ПРОТИ ЛУПИ

Конофольська О.Б., здобувач освітнього ступеня магістр

Салеба Л.В., кандидат технічних наук, доцент,  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Сучасні умови життя, зокрема вплив екологічних факторів, стресу та змін клімату, негативно позначаються на стані волосся. Особливої актуальності тема набуває в умовах воєнного стану в Україні, коли значна частина населення перебуває у стані постійного стресу, має обмежений доступ до якісної доглядової продукції та належних умов гігієни. Це сприяє погіршенню стану шкіри голови та волосся, появи лупи, сухості та інших дерматологічних проблем.

**Результати дослідження.** У процесі розробки формули шампунів проти лупи ключову роль відіграє вибір високоякісної сировини та її функціональні властивості. До складу засобів від лупи можуть також вводити природні компоненти, а саме олії (чайного дерева, нім) та екстракти (алоє вера, черімоїї та інші). При себорейному дерматиті застосовуються лікарські препарати (ітраконазолу та тербінафіну) і деякі апаратні методи лікування, такі як киснево-озонова терапія, які сприяють відновленню окислювальних процесів та активності ферментних систем, активують метаболічну активність в осередках захворювання [1].

Без відновлення природного бар'єру шкіри голову позбутися лупи повністю неможливо. Важливими елементами цього процесу є гідроліпідна мантія, яка створює захисний бар'єр від зовнішніх впливів; ліпідний шар, що стримує проникнення мікроорганізмів; оптимальний кислотно-лужний баланс (рН у межах 4,5–5,5), який підтримує здоровий мікробіом. Дисбаланс у цих системах призводить до активізації патогенів і утворення лупи. Сучасний підхід зосереджується на комплексному вирішенні цієї проблеми. Збереження водно-ліпідного балансу можливе лише за умови використання м'яких поверхнево-активних речовин, адже агресивні компоненти можуть порушувати його та викликати негативні дерматологічні реакції. За основу у розробці рецептури було використано такі ПАР – Кокоїлізетіонат натрію, Кокосульфат натрію і Кокамідопропілбетаїн. Кокоїлізетіонат натрію (Sodium Cocoyl Isethionate) – м'яка аніонна ПАР на основі кокосової олії; забезпечує делікатне очищення, кремову піну, має низький подразнювальний потенціал, підходить для чутливої шкіри. Кокосульфат натрію (Sodium Coco-Sulfate) – суміш сульфатів жирних кислот кокосової олії; ефективно очищує та піниться. Кокамідопропілбетаїн (Cocamidopropyl Betaine) – амфотерна ПАР; пом'якшує дію аніонних ПАР, знижує подразнення, покращує піноутворення та стабільність піни. Для відновлення шкіри до нормального та здорового стану до формули вводили додаткові компоненти, наприклад: кератолітики (молочна кислота, сечовина, глиняний комплекс), себорегулятори (олія чайного дерева), кондиціонуючі (гідролізат шовку та гідролізат колагену), зволожуючі та відновлюючі ліпідні шари агенти (олія рицинова, нім, авокадо, вітамін Е, алантоїн, кокосова олія) [2].

**Висновки.** Встановлено, що сучасний підхід до боротьби з лупою повинен бути спрямований не лише на усунення симптомів, а й на підтримання водно-ліпідного балансу, оптимального рівня рН та здорового мікробіому шкіри. Отримані результати підтверджують перспективність використання рецептур із натуральними компонентами для створення ефективних і безпечних шампунів проти лупи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Pazyar N., Yaghoobi R., Bagherani N., Kazerouni A.A. Review of applications of tea tree oil in dermatology. *International Journal of Dermatology*. 2013. Vol. 52 (7). P. 784–790.
2. Моргун В.І., Семешко О.Я., Салеба Л.В. Розробка і оцінка якості твердого шампуню проти лупи. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2026. Том 37 (76). № 2. Частина 2. С. 146 – 151. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2026.2.2/20>

## ЗАСТОСУВАННЯ ЦУКРОЗАМІННИКІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ МАРМЕЛАДУ

Рацук М.Є., кандидат технічних наук, доцент  
Нестерук В.П., магістр спеціальності G13 Харчові технології  
Херсонський національний технічний університет

**Вступ.** Тенденція до зменшення споживання цукру в раціоні харчування спостерігається у суспільстві вже понад 50 років. Згідно з низкою досліджень, до цього призводить здебільшого головна проблема здоров'я людини у ХХІ столітті — цукровий діабет, який, зокрема, можна контролювати за допомогою дієти, що передбачає зниження вживання цукру. Але повністю відмовитись від споживання цукру складно, тому альтернативою може стати додавання до складу харчових продуктів цукрозамінників. З точки зору харчової промисловості, такі продукти дозволять знизити калорійність виробів та контролювати вагу.

Ключові переваги цукрозамінників наступні:

Низька калорійність – важливий фактор для тих, хто стежить за вагою.

Відсутність різких стрибків глюкози – актуально для людей з діабетом.

Зниження ризику карієсу – бактерії ротової порожнини не розвиваються так активно.

Можливість використання в дієтичному харчуванні та при захворюваннях шлунково-кишкового тракту [1-3].

**Результати досліджень.** Серед широкого спектру сполук, які можна застосовувати в якості цукрозамінників, більш безпечними вважають такі, що відносять до групи натуральних. Зважаючи на вищенаведене, проведено дослідження можливості виготовлення мармеладу з використанням таких натуральних цукрозамінників, як фруктоза та еритритол.

Фруктоза (левулоза, фруктовий цукор) – природний вуглевод, моносахарид із групи кетогексоз, ізомер глюкози. Один із найпоширеніших у природі цукрів: зустрічається як в індивідуальному стані, так і у складі дисахаридів (сахарози) та полісахаридів (інуліну). Належить до класу вуглеводів, які швидко забезпечують організм енергією. На відміну від глюкози, фруктоза не викликає різкого підйому рівня цукру в крові та майже не стимулює вироблення гормону інсуліну. Широко застосовується в харчовій промисловості [2].

Еритритол або еритрит, виготовлений способом ферментації кукурудзяного або пшеничного борошна, за смаком подібний до цукру, але на відміну від останнього, некалорійний та має нульовий глікемічний індекс. Він не провокує побічних реакцій зі сторони кишківника та не викликає карієсу. Через «ментоловий» післясмак і термостійкість еритритол здебільшого використовують для приготування десертів і випічки, знижуючи тим самим калорійність готових страв [3].

В ході дослідження мармелад готували зі свіжих яблук з додаванням цукру (зразок 1), фруктози (зразок 2) та еритритолу (зразок 3). Фото одержаних виробів наведено на рис. 1.



1

2

3

Рисунок 1. Зразки одержаного мармеладу

Встановлено, що додавання цукрозамінників не ускладнює приготування мармеладу, одержані вироби за органолептичними властивостями в цілому відповідають вимогам нормативної документації, хоча мармелад з додаванням еритритолу змінює колір на кремовий та набуває дещо більш щільної консистенції, ніж зразки з додаванням цукру або фруктози.

Смак виробу з еритритолом приємний солодкий, з ароматом яблука та легким охолоджуючим післясмаком.

Мармелад із фруктозою та сахарозою світло-коричневого та коричневого кольору відповідно, однорідної желеподібної консистенції, що пружинить при натисканні, з приємним солодким смаком та присмаком яблука.

Проведено комплексне бальне оцінювання органолептичних показників одержаних зразків мармеладу для визначення найкращого за сукупністю властивостей виробу. Згідно з проведеним аналізом, всі зразки мармеладу мають високі бали за органолептичні показники.

За одержаними результатами найкращим за сукупністю органолептичних характеристик обрано зразок мармеладу з еритритолом.

Вивчено вплив досліджених цукрозамінників на властивості виробів під час зберігання.

Одержані зразки мармеладу (з цукром та цукрозамінниками) зберігали 5 діб при температурі 200С.

Встановлено, що протягом зазначеного терміну зберігання зразки мармеладу не змінили органолептичні властивості [4-7].

#### **Висновки.**

Досліджено можливість і доцільність використання цукрозамінників природного походження – фруктози та еритритолу – у технології приготування мармеладу.

Встановлено, що одержані вироби за сукупністю органолептичних характеристик загалом відповідають вимогам чинної нормативної документації та не змінюють органолептичні властивості під час зберігання протягом 5 діб.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Цукрозамінник користь і шкода [Електронний ресурс] // Health Hunter. – Режим доступу: <https://hh.in.ua/tsukrozaminyk-koryst-i-shkoda-uk> // (дата звернення 12.05.2026).
2. Все про цукрозамінники [Електронний ресурс] // Inveran. – Режим доступу: <https://inveran.com.ua/news/statti/cukrozaminniki> // (дата звернення 12.05.2026).
3. Усе, що важливо знати про цукрозамінники та підсолоджувачі: види, користь та шкода, калорійність [Електронний ресурс] // Shuba. – Режим доступу: <https://shuba.life/articles/15048-use-sho-vazhlyvo-znati-pro-cukrozaminniki-ta-pidsolodzhuvachi-vidi-korist-ta-shkoda-kalorijnist> // (дата звернення 12.05.2026).
4. Souza P. B. A., Santos M. D. F., Carneiro J. D. D. S., Pinto V. R. A., Carvalho E. E. N. The effect of different sugar substitute sweeteners on sensory aspects of sweet fruit preserves: A systematic review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2022. 46, e16291. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16291>
5. Behrens, M., Blank, M., & Meyerhof, W. Blends of non-caloric sweetener saccharin and cyclamate show reduced off-taste due to TAS2R bitter receptor inhibition. *Cell Chemical Biology*. 2017. 24(10), 1199–1204. <https://doi.org/10.1016/j.chembiol.2017.08.004>
6. Jideani, A. I. O., Silungwe, H., Takalani, T., Omolola, A. O., Udeh, H. O., & Anyasi, T. A. Antioxidant-rich natural fruit and vegetable products and human health. *International Journal of Food Properties*. 2021. 24(1), 41–67. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1866597>
7. Jribi, S., Ouhaibi, M., Boukhris, H., Damergi, C., & Debbabi, H. Formulations of low-sugar strawberry jams: Quality characterization and acute postprandial glycaemic response. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2021. 15(2), 1578–1587. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00747-z>

# ВПЛИВ ВІЙНИ НА ОБ'ЄКТИ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ (СТАРІ ЦВИНТАРІ) ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ. ОЦІНКА ТА ПОТЕНЦІЙНІ ВТРАТИ БІОРИЗНОМАНІТТЯ

Скобель Н.О.<sup>1,2</sup>, Мойсієнко І.І.<sup>1,3,4</sup>, проф., д.б.н.

<sup>1</sup>Херсонський державний університет

<sup>2</sup>Варшавський університет

<sup>3</sup>Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України

<sup>4</sup>Біосферний заповідник «Асканія-Нова» ім. Фальц-Фейна

Повномасштабне вторгнення росії, призвело до окупації близько 18% території України (DeepState 2026). Поряд із руйнуванням інфраструктури, людськими втратами, війна завдає і шкоди біорізноманіттю (UNCG, 2026).

Наразі в Україні розпочато процедуру фіксації збитків довкіллю, де передвоєнні моніторингові дані та пошкодження слугують базисом для поточної оцінки втрат біорізноманіття (UNCG, 2026). Шкода ПЗФ на Херсонщині, завдана російською збройною агресією сягають вже майже 800 млрд гривень (Державна екологічна інспекція Південного округу, 2025).

Особливу природоохоронну цінність, крім об'єктів ПЗФУ становлять об'єкти культурної спадщини (кургани, вали, городища тощо), для яких ще не ведуться збитки з огляду на втрати біорізноманіття, включно і старі цвинтарі, які виконують роль рефугіумів степової флори та охоронюваних видів (Skobel & Moysiuenko, 2025). Неодноразово ХМВА рееструвала обстріли рф по старим цвинтарям міста Херсона (ХМВА, 2026).

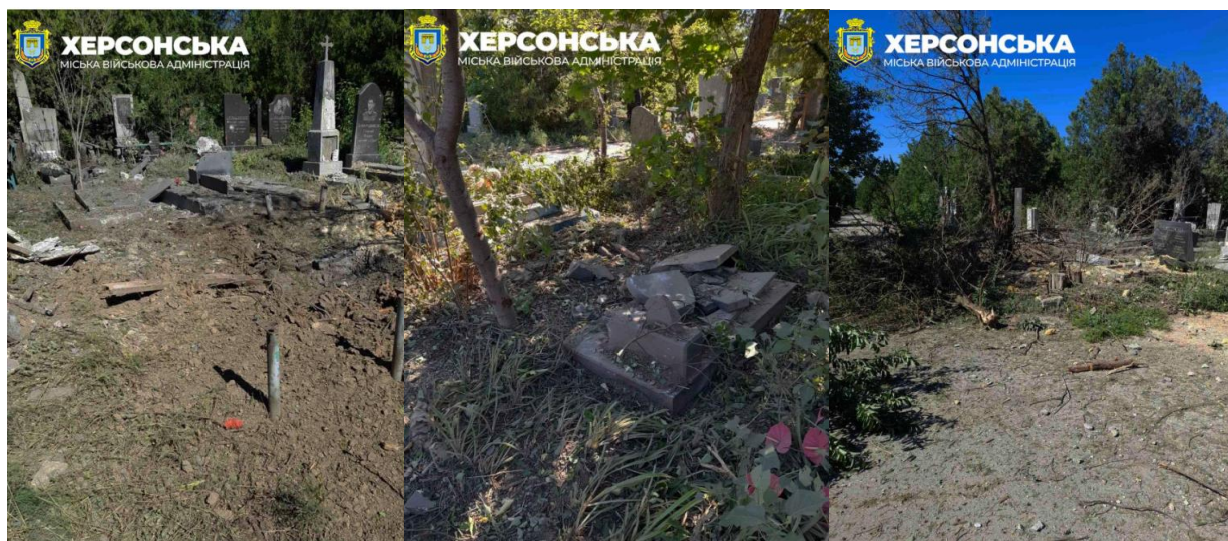


Рисунок 1. Військові РФ зранку обстріляли одне з міських кладовищ у Херсоні - пошкоджені понад 10 могил (Джерело ХМВА).

У межах дослідження було проаналізовано передвоєнні дані 13 старих цвинтарів Херсонської області. Дослідження були проведені впродовж 2007-2021 років. Усі 13 старих цвинтарів у 2022 році опинилися під окупацією, 2 із них залишаються і до нині (Таблиця 1). Воєнні дії несуть негативний вплив на старі цвинтарі Херсонської області в багатьох аспектах та матимуть довгострокові негативні наслідки для рослинного покриву. До основних проблем, які виникають у зв'язку з воєнними діями можна зарахувати забруднення ґрунтів, атмосферного повітря, ерозія ґрунтів, зміна рослинного покриву, гідрологічного режиму, знищення біорізноманіття та місць його існування і в наслідок пожеж та бомботурбацій.

Загалом на досліджених цвинтарях нами було виявлено 437 видів рослин, які належать до 61 родин, 3 класів та 2 відділів. Флористичне багатство окремих старих

цвинтарів варіювало в межах від 104 (Економія Іванівка) до 217 видів рослин (Тягинка) (в середньому 162 види) (Skobel et al. 2023).

Таблиця 1. Загальна характеристика старих цвинтарів Херсонської області (\* окупація)

№	Назва цвинтаря	Широта	Довгота	Рік створення	Площа (га)
1	Долматівка*	47.09712	33.27306	1855-1865	0.43
2	Економія Іванівка	47.09712	33.27306	1822	0.35
3	Єврейський цвинтар м. Херсона	46.64851	32.58641	1860	2.82
4	Забалківський цвинтар	46.63664	32.58276	1870	9.75
5	Нижні Торгаї	46.78968	34.25602	1840	1.1
6	Понятівка	46.74307	32.90322	1637	0.87
7	Посад-Покровське	46.80761	32.27165	1824	0.81
8	Станіслав	46.57293	32.15025	1875	1.55
9	Токарівка	46.75495	32.97414	1827	3.48
10	Трифонівка	47.25704	33.52462	1829	2.12
11	Тягинка	46.78049	33.06280	1863	3.27
12	Херсонський меморіальний некрополь	46.64944	32.61333	1800	1.32
13	Цвинтар на кургані біля хутора Балакшова	47.09842	33.25383	1799	1.2

Аналіз передвоєнних даних підтверджує високу соцологічну цінність старих цвинтарів Херсонської області (Skobel et al. 2023). На старих цвинтарях Херсонської області нами знайдено 26 видів охоронюваних рослин: Шість видів рослин включено до ЧКУ (2009а): *Astragalus henningii*, *Betula borysthena*, *Stipa capillata*, *Stipa lessingiana*, *Stipa ucrainica* та *Tulipa biebersteiniana*. 17 видів рослин до ЧСХО (2013): *Amygdalus nana*, *Bellevalia sarmatica*, *Centaurea adpressa*, *Convallaria majalis*, *Dianthus andrzejowskianus*, *Elytrigia pseudocaesia*, *Ephedra distachya*, *Fraxinus excelsior*, *Iris halophylla*, *Limonium platyphyllum*, *Linaria macroura*, *Muscari neglectum*, *Peucedanum ruthenicum*, *Prangos odontalgica*, *Quercus robur*, *Veronica capsellcarpa* та *Vinca herbacea*.

Крім того, на старих цвинтарях Херсонської області представлено один вид з Резолюції 6 Бернської конвенції (1998) *Raeonia tenuifolia*, три біотопи з Резолюції 4 Бернської конвенції (1996), зокрема E1.2 Багаторічні трав'яні кальцифітні групвання та степи, F3.241 Центральноєвропейські субконтинентальні чагарникові зарості, F3.247 Понтично-сарматські листопадні чагарникові зарості (Скобель та ін. 2024), а також сім угруповань ЗКУ (2009б): асоціації Валіськокострицево-низькомигдалева (*Amygdaletum (nanae) festucosum (valesiacaе)*), Вузьколистотонконогово-низькомигдалева (*Amygdaletum (nanae) poosum (angustifoliae)*), Валіськокострицево-волосистоковилова (*Stipetum (capillatae) festucosum (valesiacaе)*), Гребінчастокипцево-волосистоковилова (*Stipetum (capillatae) koelerosum (cristatae)*), Валіськокострицево-лессінгоковилова (*Stipetum (lessingianae) festucosum*), Житняково-лессінгоковилова (*Stipetum (lessingianae) agropyrosom (pectinatae)*), Українськоковилово - волосистоковилова (*Stipetum (ucrainicae) festucosum (valesiacaе)*).

Збитки природних екосистем старих цвинтарів буде обраховано на підставі постанови Кабінету Міністрів України від 07.11.2012N 1030 «Про розмір компенсації за незаконне добування, знищення або пошкодження видів тваринного і рослинного світу, занесених до Червоної книги України, а також за знищення чи погіршення середовища їх перебування (зростання) (2012).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Військові РФ обстріляли міське кладовище у Херсоні (ХМБА) : [новина] / Укрінформ. 20 червня 2024 р. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3876898-vijskovi-rf-obstrilali-miske-kladovise-u-hersoni.html> (дата звернення: 12.05.2026).
2. Зелена книга України / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Альтерпрес, 2009. 448 с.
3. Про затвердження Червоного списку Херсонської області та положення про нього: рішення XXVI сесії Херсонської обл. ради VI скликання № 893 від 13.11.2013. Херсон, 2013.
4. Про розмір компенсації за незаконне добування, знищення або пошкодження видів тваринного і рослинного світу, занесених до Червоної книги України, а також за знищення чи погіршення середовища їх перебування (зростання) : Постанова Кабінету Міністрів України від 07.11.2012 № 1030. База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. (дата звернення: 12.05.2026).
5. Скобель Н., Шаповал В., Мойсієнко І. Охоронювані біотопи старих цвинтарів Правобережного Злакового Степу. Чорноморський ботанічний журнал. 2024. Т. 20, № 4. С. 458–470. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2024-20-4-6>
6. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
7. DeepStateMap.Live: інтерактивна карта бойових дій в Україні. URL: <https://deepstatemap.live/en#6/49.4383200/32.0526800> (дата звернення: 12.05.2026).
8. Most valuable natural areas of Ukraine covered by war : [report] / Ukrainian Nature Conservation Group. URL: <https://uncg.org.ua/en/most-valuable-natural-areas-of-ukraine-covered-by-war> (дата звернення: 12.05.2026).
9. Revised Annex I of Resolution 4 (1996) of the Bern Convention on endangered natural habitats types using the EUNIS habitat classification (year of revision 2014). URL: <https://eunis.eea.europa.eu/references/2467/habitats> (дата звернення: 12.05.2026).
10. Revised Annex I of Resolution 6 (1998) of the Bern Convention listing the species requiring specific habitat conservation measures (year of revision 2011). URL: <http://eunis.eea.europa.eu/references/2443/species> (дата звернення: 12.05.2026).
11. Skobel N., Moysiienko I. Old cemeteries help to protect endangered and protected vascular plant species in the Right-Bank of Dnipro Grass Steppe District, southern Ukraine. Biodiversity Data Journal. 2025. Vol. 13. e176357. DOI: <https://doi.org/10.3897/BDJ.13.e176357>
12. Skobel N., Moysiienko I., Sudnik-Wójcikowska B., Dembicz I., Zachwatowicz M., Zakharova M., Marushchak O., Dzerkal V. Vascular plants of old cemeteries in the Lower Dnipro region. Biodiversity Data Journal. 2023. Vol. 11. e99004. DOI: <https://doi.org/10.3897/BDJ.11.e99004>.
13. Albul, S. (2023): Okupanty rozgrabuvaly muzei-zapovidnyk «Khersones Tavriiskyi» u Krymu. LB.ua, 23 May 2023. [URL: [https://lb.ua/culture/2023/05/23/556673\\_okupanti\\_rozgrabuvali.html?fbclid=IwAR1w-WrbY3um6suv3FXcJGdkE1dv-IPTSbSI3MRTbgvIe4F5PiBxh7g0U2s](https://lb.ua/culture/2023/05/23/556673_okupanti_rozgrabuvali.html?fbclid=IwAR1w-WrbY3um6suv3FXcJGdkE1dv-IPTSbSI3MRTbgvIe4F5PiBxh7g0U2s)]. [Actualizada el 09/04/2024]. Acceso el 23/05/2023.
14. Bujskikh, A.V., Ivakin, V.H., Shydlovskiy, P.S., Zotsenko, I.V. (2023): Pamiatky arkeolohii pid chas viiny: polovyi dosvid ta yurydychnyi aspekt (na prykladi robot MAE u m. Kyievi ta Kyivskii oblasti u 2022 r.) [Archaeological Sites During the War: field experience and legal aspect (on the example of the Archaeological Monitoring Expedition works in Kyiv and Kyiv region in 2022)]. VITA ANTIQUA, 14. Culture Heritage and the War: challenges and solutions: 36-59, <https://doi.org/10.37098/VA-2023-14-36-59>
15. Dombrowski, Q., Kijas, A., Majstorovic, S. (2022): Digital Cultural Heritage Under Attack: Saving Ukrainian Cultural Heritage Online (SUCHO). Text and Image: Essential Problems in Art History, 1(13): 6-12, <https://doi.org/10.17721/2519-4801.2022.1.01>

## ЗМІСТ

Передмова	4
<b>СЕКЦІЯ № 1 СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ</b>	
ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ІНЖЕНЕРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ЇХ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ЗАСТОСУВАННЯ НОВІТНІХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ	10
Сапронов О.О., Соценко В.В., Браїло М.В., Біщак Р.Т. WATER PURIFICATION UNDER THE ENVIRONMENTAL CHALLENGES OF UKRAINE: BIOCHAR AND FUNCTIONALIZED SILICA ADSORBENTS	12
Semeshko O., Stoliarchuk N., Tomina V., Melnyk I. ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЛІМЕР-МОДИФІКОВАНОГО БЕТОНУ НАНОДИСПЕРСНИМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	15
Сапронова А.В., Воробйов П.О., Фостик П.П. ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА МОРФОЛОГІЇ НАНОВОЛОКОН ПММА, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОФОРМУВАННЯ	17
Горохов І.В. ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НОВОГО ТИПУ	20
Гуріна Д.В., Калініченко І.В. ІНТЕГРАЦІЯ ЦИФРОВИХ ДВІЙНИКІВ, МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ В ЕНЕРГЕТИЦІ	22
Кохан О.С. <b>СЕКЦІЯ № 2 ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ У ТРАНСПОРТНІЙ ГАЛУЗІ ТА ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ</b>	
FEASIBILITY OF ORGANIZING CATALYTIC COMBUSTION IN SHIP INTERNAL COMBUSTION ENGINES	24
Prudnikov I. A. ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ	26
Шалапко Д.О. APPLICATION OF HYDRODYNAMIC DEVICES IN THE PREPARATION OF MARINE FUEL	29
Gurin K. Yu. ВИКОРИСТАННЯ ПОГОДНИХ ДОДАТКІВ У СУДНОПЛАВСТВІ	31
Янченко-Герман Р.Ф. <b>СЕКЦІЯ № 3 ЦИФРОВІЗАЦІЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА</b>	
ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ОСВІТИ ЯК СТРАТЕГІЧНА ОСНОВА РОЗВИТКУ СУЧАСНОЇ ДЕРЖАВИ	33
Вольська О.М., Момоток Е.Л. ЗАСТОСУВАННЯ БУЛЕВИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ СПРОЩЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ВИБОРУ ПРОТОКОЛІВ СИСТЕМ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ	35
Іванчук О.В., Козел В.М. ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В ОСВІТІ	37
Кириченко А.В., Прохорчук С.В.	

ІДЕМПОТЕНТНІСТЬ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ ЯК ПРІОРИТЕТНИЙ НАПРЯМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	39
Матвійчук О.В.	
ІНТЕГРАЦІЯ ВЕБСЕРВІСІВ, ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ТА ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕТОДИЧНУ СИСТЕМУ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН	40
Музика І.В.	
ГІБРИДНА МЕТОДИКА СЕМАНТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТОВАРНИХ ОБ'ЄКТІВ У ЗАШУМЛЕНИХ ДАНИХ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ	43
Шевченко О.В.	
КРИТЕРІЇ АДЕКВАТНОСТІ ЦИФРОВИХ АНАЛОГІВ: МЕТРОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ТА ВАЛІДАЦІЯ ДАНИХ	46
Дядюра К.О., Барбашин А.А.	
ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛЕНИХ РЕЄСТРІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОСТЕЖУВАНOSTІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ У ШВЕЙНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ	48
Дядюра К.О., Стеценко В.В.	
МЕТОДОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗКРОЮ ОДЯГУ	50
Дядюра К.О., Мокій О.М.	
<b>СЕКЦІЯ № 4 РОЗВИТОК ОСВІТИ, НАУКИ ТА ПІДГОТОВКИ КАДРІВ</b>	
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В ЗЗСО ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ УКРАЇНИ	52
Бела О. В.	
СОЦІАЛЬНО-ЕМОЦІЙНЕ НАВЧАННЯ ЯК СКЛАДНИК СУЧАСНОЇ ОСВІТНЬОЇ ПАРАДИГМИ	55
Жулінська Г.М.	
КОРИГУВАННЯ НЕДИСЦИПЛІНОВАНOSTІ ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА	58
Кириченко К.В.	
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ІНСТРУМЕНТ ТРАНСФОРМАЦІЇ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН У СУЧАСНІЙ ОСВІТІ	61
Олішевська А.М.	
ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗМІСТУ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ В ПОЛІТЕХНІЧНИХ КОЛЕДЖАХ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ КЕЙСІВ	65
Подозьорова А. В.	
<b>СЕКЦІЯ № 5 АГРАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА</b>	
СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧКИ, ПРОСА ТА РИСУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ І СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ВИКЛИКІВ	68
Аверчев О.В. Нікітенко М.П.	
ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ ВОЛОКНА ТЕХНІЧНИХ КОНОПЕЛЬ ВІД АГРОКЛІМАТИЧНИХ ФАКТОРІВ	70
Бойко Г.А., Євтушенко А.В., Случинський Є.О.	
АВТОМАТИЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЛУБОВОЛОКНИСТОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФІЛЬТРУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	72
Калінський Є.О., Россолов В.В.	
АГРАРНА НАУКА ЯК ОСНОВА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ: ВИКЛИКИ СЬОГОДЕННЯ В ХЕРСОНСЬКОМУ РЕГІОНІ	75
Максимов Д.О.	

МОРФОЛОГІЧНЕ ТА ГІСТОСТРУКТУРНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СЕРЦЯ СВИНЕЙ У СИСТЕМІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ	77
Рагуля М.	
ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА М'ЯСНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ОВЕЦЬ У СУЧАСНОМУ ВІВЧАРСТВІ	79
Шейко В.А.	
<b>СЕКЦІЯ № 6 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ У ПОСТТРАЖДАЛИХ ВІД БОЙОВИХ ДІЙ ГРОМАДАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ</b>	81
Іртищев О.С.	
ІННОВАЦІЙНІ ПЕРСПЕКТИВИ СТІЙКОСТІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ В УКРАЇНІ	83
Попова А.Б.	
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN COUNTERING DISINFORMATION AND INFORMATION THREATS: INTERNATIONAL EXPERIENCE	85
Savin S.O.	
КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ТА ВІДПОВІДАЛЬНЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЯК ОСНОВА МАЙБУТНЬОГО ЛЮДСЬКОГО КАПІТАЛУ ХЕРСОНЩИНИ	87
Білик Я.О.,	
РОЛЬ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ У ЗМІЦНЕННІ БІОБЕЗПЕКИ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЇЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ	88
Рагуля М.	
МОЛОДЬ ФОРМУЄ МАЙБУТНЄ: ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ДЛЯ БІОБЕЗПЕКИ ТА НЕЗАЛЕЖНОСТІ	89
Сауляк Н.	
<b>СЕКЦІЯ № 7 МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯК ОСНОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ</b>	
ВІТАЛЬНЕ СЛОВО ДО ПЕРШОЇ ОБЛАСНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ НАУКОВЦІВ ТА ДНЯ НАУКИ	90
Вожегова Р.А.	
УПРАВЛІННЯ ЗМІНАМИ ЯК ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД	91
Філіппова В.Д., Головата О. О.	
ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ ШАМПУНІВ ПРОТИ ЛУПИ	94
Конофольська О.Б., Салеба Л.В.	
ЗАСТОСУВАННЯ ЦУКРОЗАМІННИКІВ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ МАРМЕЛАДУ	95
Рацук М.Є.	
ВПЛИВ ВІЙНИ НА ОБ'ЄКТИ КУЛЬТУРНОЇ СПАДЩИНИ (СТАРІ ВИНТАРІ) ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ. ОЦІНКА ТА ПОТЕНЦІЙНІ ВТРАТИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ	97
Скобель Н.О., Мойсієнко І.І.	

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ**  
Першої обласної науково-практичної конференції молодих науковців до  
Дня науки в Україні

**«НАУКА ЯК ОСНОВА РОЗВИТКУ, БЕЗПЕКИ ТА  
НЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ – 2026»**

*15 травня 2026 року*

*Відповідальні за випуск: Сапронов О.О., Калініченко І.В.*

**ХЕРСОН 2026**