



Міністерство освіти і науки України  
Херсонський державний аграрно-економічний університет  
Факультет рибного господарства та природокористування  
Кафедра екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка

**VIII Міжнародна науково-практична конференція  
«ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАВКОЛИШНЬОГО  
СЕРЕДОВИЩА ТА РАЦІОНАЛЬНЕ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ»**

До дня пам'яті доктора сільськогосподарських наук,  
професора Пилипенка Юрія Володимировича

**VIII International Scientific and Practical Conference  
«ECOLOGICAL STATE  
OF ENVIRONMENT AND RATIONAL  
NATURE USE IN THE CONTEXT  
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT»**

Dedicated to memory of doctor of agricultural sciences,  
professor Pylypenko Yurii

**30–31 жовтня 2025 року  
Херсон – Кропивницький**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА  
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА Ю. В. ПИЛИПЕНКА



**VIII Міжнародна науково-практична конференція**

**«ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА  
ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ»**

До дня пам'яті доктора сільськогосподарських наук, професора  
**Пилипенка Юрія Володимировича**

**VIII International Scientific and Practical Conference**

**“ECOLOGICAL STATE OF ENVIRONMENT  
AND RATIONAL NATURE USE IN THE CONTEXT  
OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT”**

Dedicated to memory of doctor of agricultural sciences, professor  
**Pylypenko Yurii**

*30–31 жовтня 2025 року*

Одеса • 2025 • Олді+

**УДК 502.171(062.552)**  
**E45**

**Відповідальні за випуск: Д. С. Бреус, О. В. Рутта**

*Друкується за рішенням  
організму конференції від 31.10.2025 р.*

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність  
за достовірність та об'єктивність наданої інформації.

**Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне**  
E45 **природокористування в контексті сталого розвитку : матеріали**  
**VIII Міжнародної науково-практичної конференції (30–31 жовтня**  
**2025 року, м. Херсон) / ХДАЕУ. – Одеса : Олді+, 2025. – 208 с.**

**ISBN 978-617-8559-62-5**

Збірник містить матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку» за такими основними напрямками: теоретичні та прикладні екологічні дослідження; моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища; актуальні питання сучасної іхтіології та аквакультури; стійкий розвиток лісового господарства; екологічні та соціально-економічні аспекти сталого розвитку; сучасні проблеми використання, відтворення та охорони природних ресурсів в контексті сталого розвитку; зміни клімату та їх наслідки для природних екосистем; екологічні та інноваційні технології у сільському господарстві; сучасні підходи до методики викладання дисциплін природничого напрямку.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність та об'єктивність наданої інформації.

**УДК 502.171(062.552)**

**ISBN 978-617-8559-62-5**

**© ХДАЕУ, 2025**

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:

**Юрій КИРИЛОВ**, голова, Херсонський державний аграрно-економічний університет, ректор, доктор економічних наук, професор;

**Віталій ПІЧУРА**, співголова, Херсонський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка, доктор с.-г. наук, професор;

**Денис БРЕУС**, технічне забезпечення, Херсонський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка, кандидат с.-г. наук, доцент;

**Олена РУТТА**, технічне забезпечення, Херсонський державний аграрно-економічний університет, асистент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка.

## ЧЛЕНИ ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ:

**Laszlo VARADI**, доктор біологічних наук, професор, президент, Мережа центрів аквакультури в Центральній та Східній Європі (NACEE), Угорщина;

**Paolo BRONZI**, президент, Всесвітнє товариство збереження осетрових (World Sturgeon Conservation Society, WSCS), Italy;

**Natalia KHANENKO-FRIESEN**, директор Канадського інституту українських студій Університету Альберти, Канада;

**Людмила РОМАНЧУК**, доктор сільськогосподарських наук, професор, професор кафедри екології та природоохоронних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна;

**Томаш ПОЛІЩАР**, професор, директор Інституту аквакультури та охорони водойм, завідувач лабораторії інтенсивної аквакультури Південночеський університет в Чеських Будейовицях, Факультет рибного господарства та охорони вод, м. Водняни, Чехія;

**Alicji LOCH-DZIDO**, президент, Гданська Фундація Води (Gdańsk Water Foundation), м. Гданськ, Республіка Польща;

**Олена ЗУБКОВ**, доктор хабілітат, професор, член-кореспондент АН Молдови, зав. лабораторії гідробіології та екотоксикології, Інститут зоології Академії наук Республіки Молдова, Республіка Молдова;

**Алла ПРИЩЕПА**, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор, Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна;

**Юрій ШАРИЛО**, директор, Бюджетна установа «Методично-технологічний центр з аквакультури», м. Київ, Україна;

**Konstantinas ILJSEVICIUS**, завідувач відділу, UAB “Toksika“, відділ технологій очищення ґрунту, Литва; **Natalia HENDEL**, Geneva Academy of International Humanitarian Law and Human Rights, Switzerland;

**Natalia HENDEL**, Geneva Academy of International Humanitarian Law and Human Rights, Switzerland;

**Василь ПЕТРУК**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, Україна.

## ORGANISING COMMITTEE OF THE CONFERENCE:

**Yurii KIRILOV**, Chief Editor, Doctor of Economical Sciences, Professor, rector, Kherson State Agricultural and Economic University (KSAEU);

**Vitalii PICHURA**, Co-chief Editor, KSAEU, Head of the Department of ecology and sustainable development named after professor Yu. V. Pylypenko, Doctor of Agricultural Sciences; Professor;

**Denys BREUS**, technical support, KSAEU, Associate Professor of the Department of ecology and sustainable development named after professor Yu. V. Pylypenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

**Olena RUTTA**, technical support, KSAEU, Assistant of the Department of ecology and sustainable development named after professor Yu. V. Pylypenko.

## ORGANISING COMMITTEE MEMBERS:

**Laszlo VARADI**, Doctor of Biological Sciences, Professor, president, NACEE (Network of Aquaculture Centers in Central-Eastern Europe), Hungary;

**Paolo BRONZI**, president, World Sturgeon Conservation Society, WSCS, Italy;

**Natalia KHANENKO-FRIESEN**, director of the Canadian Institute of Ukrainian Studies of the University of Alberta, Canada;

**Lyudmila ROMANCHUK**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State University “Zhytomyr Polytechnic”, Ukraine;

**Tomáš POLICAR**, prof. Ing., Ph.D., Head of the Laboratory of Intensive Aquaculture, The Director of the Institute of Aquaculture and Protection of Waters (IAPW), Czech Republic;

**Alicji LOCH-DZIDO**, president, Gdańsk Water Foundation, Poland;

**Olena ZUBKOV**, Doctor Habilitated, Professor, Corresponding member of AS of Moldova, Head of the laboratory of hydrobiology and ecotoxicology, Institute of zoology of Academy of Science of Moldova, Moldova;

**Alla PRISHCHEPA**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Director of Study and Scientific Institute of Agroecology and Land Management, National University of Water and Environmental engineering, Ukraine;

**Yurii SHARYLO**, director, Budget establishment “Methodological and technological center of aquaculture”;

***Konstantinas ILJSEVICIUS***, UAB “Toksika“, Grunto valymo technologijų, Head of the Department, Lietuva;

***Natalia HENDEL***, Geneva Academy of International Humanitarian Law and Human Rights, Switzerland;

***Vasyl PETRUK***, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Ukraine.

*Херсон – місто герой!*

Від імені колективу Херсонського державного аграрно-економічного університету та жителів мужнього міста Херсон щиро вітаю учасників VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічний стан навколишнього середовища та раціональне природокористування в контексті сталого розвитку». Цьогоріч Конференція об'єднала близько 100 учасників.

Третя річниця визволення Херсона проходить в умовах щоденних обстрілів і постійної загрози для життя людей та міської інфраструктури. Попри ці виклики, ми робимо все можливе, щоб зберегти університет, його матеріально-технічну базу, науково-педагогічний колектив та залишатися відданими нашим традиціям.

Незважаючи на випробування окупації та релокацію до міста Кропивницький, університет продовжує здійснювати освітню діяльність, формуючи сучасних спеціалістів, здатних успішно працювати в ринкових умовах і конкурувати на міжнародному рівні.

Особливе значення в Програмі Конференції, яку вже вісім років проводять на вшанування пам'яті професора Юрія Володимировича Пилипенка, мають питання відновлення зруйнованої інфраструктури України та, зокрема, Херсонського регіону, відбудови та розвитку аграрного виробництва, а також реалізації екологічних ініціатив.

24 лютого 2022 року війна докорінно змінила наше життя. Частина будівель університету була пошкоджена або зруйнована, значна частина лабораторної бази – втрачена, обладнання викрадено, а науковій бібліотеці завдано непоправної шкоди. Та попри все, колектив університету – це екосистема стійких, відданих своїй справі фахівців і патріотів, які продовжують працювати над проєктами, спрямованими на документування війни та повоєнне відновлення України, охорону довкілля та вирішення актуальних екологічних проблем.

Ми щиро вдячні міжнародній спільноті за підтримку України у боротьбі за свободу та незалежність.

Ми працюємо заради Перемоги. Ми віримо в Збройні Сили України. Ми обов'язково повернемося до мирного життя, відновимо зруйноване та продовжуємо працювати заради майбутніх поколінь.

*Слава Україні! Героям Слава! Слава Збройним Силам України!*

Ректор Херсонського державного  
аграрно-економічного університету,  
доктор економічних наук, професор

**Юрій Кирилов**

***Kherson is a Hero City!***

On behalf of the staff of Kherson State Agrarian and Economic University and the residents of our courageous city of Kherson, I sincerely welcome the participants of the 8th International Scientific and Practical Conference “Ecological state of environment and rational nature use in the context of sustainable development”. This year, the Conference has brought together nearly 100 participants.

The third anniversary of Kherson’s liberation is taking place under conditions of daily shelling and constant threats to human life and urban infrastructure. Despite these challenges, we are doing everything possible to preserve the university, its material and technical resources, its academic and teaching staff, and to remain committed to our traditions.

Despite the hardships of occupation and relocation to the city of Kropyvnytskyi, the university continues its educational mission, preparing modern specialists capable of working successfully in market conditions and competing at the international level.

A special place in the Conference Program held for eight consecutive years in honor of Professor Yuriy Pylypenko is given to the issues of restoring Ukraine’s destroyed infrastructure and, in particular, the Kherson region, rebuilding and developing agricultural production, as well as implementing environmental initiatives.

The full-scale war that began on February 24, 2022, radically changed our lives. Part of the university’s buildings was damaged or destroyed; a significant portion of our laboratory facilities was lost, equipment was stolen, and the scientific library suffered irreparable losses. Yet despite everything, the university community remains an ecosystem of resilient and devoted professionals and patriots who continue working on projects aimed at documenting the war, supporting Ukraine’s post-war recovery, protecting the environment, and addressing pressing ecological challenges.

We are sincerely grateful to the international community for its support of Ukraine in the struggle for freedom and independence.

We work for Victory. We believe in the Armed Forces of Ukraine. We will undoubtedly return to peaceful life, rebuild what has been destroyed, and continue working for the benefit of future generations.

*Glory to Ukraine! Glory to the Heroes! Glory to the Armed Forces of Ukraine!*

Rector of Kherson State  
Agrarian and Economic University  
Doctor of Economics, Professor

**Yurii Kyrlov**

## ЕКОЛОГІЯ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК

### Ecology and sustainable development

Арканов В. В.

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна

#### ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ПРИ ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є провідною зерновою культурою України, яка формує основу продовольчої безпеки країни. Її врожайність і якість значною мірою залежать від стартових умов росту та розвитку рослин. Одним із ефективних методів підвищення потенціалу насіння є передпосівна обробка біостимуляторами, що набуває все більшого поширення у сучасному землеробстві [1].

Біостимулятори – це природні або синтетичні сполуки, здатні активізувати фізіологічні процеси в рослинах, підвищувати ефективність використання поживних речовин, покращувати ріст, розвиток і стійкість до стресових чинників [2]. Вони не є добривами або пестицидами, проте сприяють кращому засвоєнню елементів живлення, активують фотосинтез і підвищують життєздатність рослин [3].

Застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння дозволяє забезпечити швидке і дружнє проростання, покращити розвиток кореневої системи, підвищити стійкість до нестачі вологи й температурних коливань. Це особливо важливо для умов Лісостепу України, де весняна волога часто є обмежуючим фактором росту пшениці озимої [4].

**Метою роботи** є узагальнення наукових та експериментальних даних про переваги застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння пшениці озимої, з урахуванням фізіолого-біохімічних ефектів, агрономічних результатів та економічної доцільності.

**Біохімічна дія біостимуляторів.** Біостимулятори містять активні компоненти (амінокислоти, гумінові речовини, екстракти водоростей, мікроелементи, фітогормони), які впливають на енергетичний обмін у насінні під час проростання [1, 2]. Дослідження показують, що застосування таких речовин підвищує активність ферментів амілази, каталази та пероксидази, прискорюючи мобілізацію поживних речовин

у насінині [5]. Це сприяє більш ранньому проростанню, рівномірним сходом і швидкому укоріненню проростків.

За результатами досліджень [6] доведено що, передпосівна обробка насіння біостимуляторами з екстрактами морських водоростей підвищувала стійкість проростків до теплового стресу, активувала антиоксидантну систему та зменшувала накопичення реактивних форм кисню.

**Переваги на етапі проростання і початкового росту.** У лабораторних і польових умовах біостимулятори підвищують енергію проростання на 5–15 % та забезпечують дружні сходи навіть за стресових умов. Наприклад, Paulikienė у співавторстві [1] визначив, що біостимульована обробка насіння покращувала однорідність сходів пшениці, а густина стояння була стабільнішою навіть за недостатньої вологості ґрунту.

Оброблене насіння характеризується швидшим ростом кореневої системи. Потужні корені сприяють кращому засвоєнню вологи й мінеральних елементів, що забезпечує вищу конкурентоспроможність рослин на ранніх етапах розвитку [7].

**Вплив на фотосинтетичну активність і ріст рослин.** Біостимулятори позитивно впливають на формування фотосинтетичного апарату рослин. У дослідженнях [8] встановлено, що листки пшениці після обробки гуміновими препаратами містили більше хлорофілу (на 8–10 %), що підвищувало інтенсивність фотосинтезу та коефіцієнт використання сонячної енергії. Такі ефекти забезпечують збільшення кількості продуктивних стебел і поліпшення формування колоса. Крім того, біостимулятори оптимізують гормональний баланс – підвищують рівень ауксинів і цитокінінів, що стимулює кущіння та закладання генеративних органів [9].

**Підвищення врожайності та якості зерна.** Застосування біостимуляторів забезпечує підвищення врожайності пшениці озимої на 8–12 % залежно від погодних умов і типу препарату [5, 7]. У досліджах [10] встановлено, що на чорноземах Лісостепу застосування препаратів «Амінокат 30» і «Альга 600» підвищувало врожайність на 0,6–0,8 т/га порівняно з контролем [10].

Крім кількісних показників, покращується і якість зерна: підвищується вміст білка, клейковини, маса 1000 зерен. У дослідженнях [5] встановлено, що гумінові препарати покращують структурно-функціональні властивості білкового комплексу зерна та сприяють формуванню сильних пшениць.

**Екологічна та економічна доцільність.** Біостимулятори мають низьку токсичність і не накопичуються у ґрунті, тому є екологічно

безпечними компонентами технологій вирощування. Їх використання дозволяє знизити потребу в мінеральних добривах і хімічних регуляторах росту, що відповідає принципам сталого землеробства [4].

За розрахунками економічної ефективності [5, 10], витрати на передпосівну обробку біостимуляторами окупуваються за рахунок приросту врожаю вже в перший рік використання, а рівень рентабельності сягає 20–30 %.

**Комплексні переваги технології.** Основні переваги застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння пшениці озимої можна узагальнити таким чином: *фізіологічний* – підвищення енергії проростання, активізація ферментів, краща схожість; *агрономічний* – дружні сходи, потужна коренева система, підвищення урожайності; *біохімічний* – підсилення антиоксидантного захисту, зниження впливу стресів; *економічний* – зростання прибутковості виробництва на 20–30 %; *екологічний* – зменшення потреби у добривах, збереження родючості ґрунту. Таким чином, біостимулятори підвищують продуктивність пшениці озимої та сприяють розвитку екологічно збалансованого агровиробництва.

Висновки. Біостимулятори є ефективним засобом інтенсифікації ростових процесів пшениці озимої, підвищуючи енергію проростання насіння, стійкість рослин до абіотичних стресів і фотосинтетичну активність. Передпосівна обробка біостимуляторами сприяє підвищенню врожайності на 8–12 % та покращенню якісних показників зерна. Застосування біостимуляторів дозволяє знизити потребу в хімічних регуляторах росту і добривах, що робить технологію екологічно безпечною. Економічна доцільність використання біостимуляторів підтверджується високою рентабельністю та стабільністю результатів у різних агрокліматичних умовах України.

### Література

1. Paulikienė S., et al. (2025). Seed Treatment: Importance, Application, Impact. *Agronomy*, 15 (2), 345–360.
2. European Commission. (2025). Fertilising Products Regulation (EU 2019/1009): Guidance Document. Brussels.
3. Classification of Biostimulants. (2024). Biostimulants.eu – Official Reference Document.
4. FAO. (2023). Sustainable Agriculture and Use of Biostimulants in Cereal Production. Rome.
5. Слободяник Г. О. (2022). Ефективність біостимуляторів при передпосівній обробці насіння пшениці озимої. *Science Horizon*, 25 (3), 74–81.

6. Campobenedetto C., et al. (2020). A Biostimulant Seed Treatment Improved Heat Stress Tolerance During Cucumber Seed Germination. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1231.
7. Дослідження ефективності передпосівної обробки насіння біопрепаратами (2023). *Вісник ВНАУ*, 4, 112–118.
8. Гангур В. В. (2020). Вплив стимуляторів росту на фотосинтетичну активність пшениці озимої в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавського ДАУ*, 2, 45–49.
9. Povero G., et al. (2016). Plant Biostimulants: Physiological Responses and Implications for Stress Tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 7, 435.
10. Семенко Л. П. (2025). Біостимулятори росту рослин у технологіях вирощування пшениці озимої. *Science Horizon*, 27 (1), 33–40.

*Алмашова В. С., Новицький В. В.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ФІТОСАНІТАРНИЙ МОНІТОРИНГ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ТЕРИТОРІЇ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Фітосанітарний моніторинг визначається як комплекс систематичних спостережень та контролю за розповсюдженням, густотою популяцій, інтенсивністю розвитку та ступенем екологічного порогу шкодочинності шкідливих організмів. Головною метою такого моніторингу Державної установи «Херсонська фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби» є забезпечення достовірної інформації для прогнозування розвитку шкідників, своєчасного оповіщення та прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Паралельно карантинний огляд є процедурою визначення карантинного статусу як імпортованих, так і внутрішніх підкарантинних матеріалів. Ці дві експертні процедури взаємопов'язані і становлять базу для екологічної експертизи якості сільськогосподарської продукції.

Проведення екологічної фітосанітарної експертизи свідчить про залежність ефективності розв'язання екологічних викликів, зокрема забезпечення екологічної безпеки, від рівня розвитку чинного законодавства та передбачених ним соціально-економічних і правових гарантій. Підвищення результативності екологічної експертизи потребує трансформації відомчого регулювання у суспільно-державний підхід,

який би інтегрував збалансовані соціально-правові механізми і сприяв активній участі громадськості у оцінці об'єктів експорту.

За даними, затвердженими Міністерством аграрної політики, до «Переліку регульованих шкідливих організмів» в Україні входять: 2 види кліщів, 98 видів комах, 69 видів хвороб рослин, 12 видів нематод, а також 38 видів бур'янів.

Згідно з фітосанітарним моніторингом, що постійно здійснюється Департаментом фітосанітарної безпеки України, контролю у сфері насінництва і розсадництва Держпродспоживслужби, у 2018 році відзначено зростання кількості та площі осередків карантинних організмів, які обмежено поширені в Україні. Зокрема, зафіксовано розширення ареалів зараження американським білим метеликом, західним кукурудзяним жуком, картопляною міллю та пасмом льону, при цьому білий метелик і кукурудзяний жук виявляли аномальну активність.

Крім того, державні фітосанітарні інспектори Держпродспоживслужби України ідентифікували у 2023 році на українських полях карантинні організми, раніше відсутні в країні, а саме:

- вірус кільцевої плямистості тютюну (у Житомирській, Рівненській, Хмельницькій областях);
- бактеріальне в'янення кукурудзи (у Вінницькій, Житомирській, Івано-Франківській, Львівській, Полтавській, Рівненській, Тернопільській, Чернігівській областях);
- південноамериканська томатна міль (в Одеській, Миколаївській, Херсонській областях);
- бура гниль картоплі (в Житомирській області).

Внаслідок детального вивчення відповідних питань необхідно засвоїти базові принципи організації карантинної експертизи, а також правила проведення огляду підкарантинних вантажів, разом із вмінням ідентифікувати карантинні види комах, бур'янів і хвороб. Під поняттям карантинного об'єкта розуміють вид шкідника, бур'яну чи збудника хвороби рослин, який відсутній або поширений нерівномірно й обмежено на території держави та підлягає офіційному контролю у зв'язку з потенційною загрозою завдання значних пошкоджень рослин чи продукції у разі занесення або самовільного поширення.

Ключовим етапом карантинних заходів є встановлення карантинного статусу вантажів, що імпортуються, на основі огляду та фітосанітарної експертизи.

Відповідно до даних Державної установи «Херсонська фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби»,

технологічні чинники, включаючи вибір попередників культур, методи обробітку ґрунту, системи удобрення та строки й методи сівби, істотно впливають на розвиток хвороб, шкідників і бур'янів. Моніторинг розвитку хвороб протягом вегетаційного періоду дозволяє оцінити вплив цих чинників і виявити ефективні агротехнічні прийоми для зниження ураження рослин і зменшення втрат урожаю. Регулярний облік уражених рослин на дослідних ділянках здійснюють на всіх повтореннях із фаз повних сходів до дозрівання культури, включно з моніторингом загибелі рослин від ґрунтових патогенів на початкових етапах, а також оцінкою розвитку хвороб на листках, стеблах і генеративних органах.

Акти фітосанітарних обстежень Державної установи «Херсонська фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби» підтверджують виявлення карантинних організмів, а також встановлюють порядок застосування фітосанітарних заходів і регулювання руху об'єктів у карантинних зонах і за їх межами.

При фітосанітарному обстеженні на Півдні України за 2023 рік, в результаті фітосанітарної експертизи вантажів вітчизняного походження для експорту до Туреччини, Ізраїлю, Таїланду виявлено регульовані шкідливі організми, зокрема амброзію полинолисту (*Ambrosia artemisiifolia* L) і сорго алепське (*Sorghum halepense* L) у зразках сої та гірчак повзучий (*Acroptilon repens* L) у зразках житніх, горохових, злакових сумішей, пшеничних, соєвих і ріпакових культур. Зокрема в період за 2023 рік було зафіксовано присутність ентомологічного регульованого шкідника Західного квіткового трипса (*Frankliniella occidentalis* Perg.) у вантажі пекінської капусти загальною вагою 17 тонн, тому своєчасне виявлення цих карантинних організмів є ключовим для запобігання їх поширенню за межі країни.

Фітоекспертиза здійснює якісний контроль посівного матеріалу, що є критично важливим для агрономів при визначенні норм висіву, оскільки ґрунтова лабораторна оцінка забезпечує знання про потенційну схожість насіння та рівень ураженості інфекціями, що впливає на продуктивність рослинництва. Державна установа «Херсонська фітосанітарна випробувальна лабораторія Держпродспоживслужби» проводить детальну фітоекспертизу насіннєвого матеріалу відповідно до стандарту ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості».

### Література

1. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільсько-господарських земель: методично-нормативне забезпечення / за ред. В. П. Патики, О. Г. Тараріка. Київ : Фітосоціоцентр, 2018. С. 35–37.

2. Андрейцев А. К. Основы экологии. Київ : Вища школа, 2019. 358 с.
3. Андрейцев В. І. Екологічне право. Київ : Вентурі, 2016. 208 с.
4. Джигирей В. С. Екологія та охорона наколишнього природного середовища : навч. посібник. Київ : Знання, КОО, 2014. 309 с.

*Багінська В. О.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРИРОДНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ СИСТЕМИ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Вступ. Руйнування греблі Каховської гідроелектростанції 6 червня 2023 року стало однією з наймасштабніших екологічних катастроф на території України у ХХІ столітті та найбільш значним техногенним інцидентом у Європі за останні десятиліття. Унаслідок вибуху в центральній частині споруди відбулося стрімке та неконтрольоване спрацювання Каховського водосховища – одного з найбільших штучних водойм Європи. Обсяг води, що вийшов за короткий період, оцінюється у 15–18 км<sup>3</sup>, що спричинило катастрофічне затоплення нижньої течії Дніпра, трансформацію гідрологічних режимів, руйнування інфраструктури та зміни екосистем на сотнях квадратних кілометрів.

Катастрофа має комплексний характер: зміни відбулися у геоморфологічних структурах, ґрунтах, рослинному покриві, тваринному світі, прісноводних та морських екосистемах. Зросли ризики забруднення поверхневих та підземних вод потенційно небезпечними речовинами, що десятиліттями накопичувалися у донних відкладах Каховського водосховища. Соціально-економічні збитки включають руйнування житла, транспортних мереж, об'єктів енергетики, меліоративної інфраструктури та припинення зрошення на значних площах.

З огляду на масштаб події, важливою науковою проблемою є системне узагальнення екологічних наслідків руйнації Каховської ГЕС, оцінка ступеня трансформації природних компонентів ландшафтів та визначення перспектив повосного відновлення регіону.

**Мета роботи** полягає у проведенні комплексної екологічної оцінки наслідків руйнування Каховської ГЕС для природних і антропогенних систем південних регіонів України.

**Масштаби руйнування та гідрологічні наслідки.** Після вибуху греблі рівень води у Каховському водосховищі знижувався зі швидкістю до 1 метра на годину. Це призвело до його практично повного спрацювання протягом 3–4 діб. У нижній течії Дніпра сформувалася паводкова хвиля, яка затопила близько 620 км<sup>2</sup> територій, включаючи житлові квартали Херсона, Олешок, Голої Пристані та десятки сіл.

Гідрологічні наслідки включають: різке збільшення швидкості течії, руйнування берегів і заплав; вимивання донних відкладів та їх переміщення на десятки кілометрів; руйнування заплавної комплексу і дніпровських плавнів; зниження рівня води нижче за критичний у водозабірних каналах.

Зникнення водосховища також спричинило втрату води для Північно-Кримського, Каховського та Дніпровського зрошувальних каналів, що відігравали ключову роль у забезпеченні водою мільйонів людей і сотень тисяч гектарів сільськогосподарських угідь.

**Деградація ґрунтів та небезпека вторинного засолення.** Затоплення та подальше осушення призвели до різних напрямів деградації ґрунтового покриву. Деградація зрошувальної інфраструктури та випаровування залишкової вологи сприяють накопиченню солей у ґрунтовому профілі, особливо в темно-каштанових ґрунтах та солонцюватих комплексах. Руйнування структури та ерозія зменшили потенційну продуктивність сільськогосподарських земель. Відновлення ґрунтів можливе не раніше ніж через 7–10 років за умови проведення меліоративних робіт та екологічної рекультивації.

**Вплив на фауну: скорочення біорізноманіття та руйнування трофічних ланцюгів.** Фауністичні комплекси нижньої течії Дніпра зазнали значної шкоди: загинули амфібії та наземні безхребетні, що не здатні до міграції; зникли численні колонії птахів, зокрема тих, що гніздяться на відкритих ділянках заплав; порушено нерест риб, знищено донні біотопи, що були важливими для відтворення іхтіофауни. Особливо вразливими виявилися види: безкрилих членистоногих, що мешкають у лісовій підстилці; дрібних ссавців (миші, полівки, землеройки); рідкісних птахів, які використовували плавні як гніздові території.

**Вплив на водні ресурси Дніпра та Чорного моря.** Катастрофа змінює структуру водних екосистем на регіональному рівні. До Чорного моря потрапили: велика кількість мулових відкладів; органічні забруднювачі; нафтопродукти з пошкоджених резервуарів; залишки промислових відходів та важких металів. Це призвело до помутніння води; зниження рівня кисню; локальної евтрофікації; загибелі риби та гідробіонтів.

**Соціально-економічні наслідки та гуманітарний вплив.** Руйнування Каховської ГЕС завдало значних збитків: понад 80 населених пунктів постраждали від затоплення; тисячі людей були змушені покинути домівки; знищено понад 3 500 будинків; припинено зрошення 750 тис. га родючих земель; збитки агросектору перевищують 150 млрд грн. Ключовими є втрати: у системах водопостачання – близько 700 тис. людей залишилися без доступу до якісної води; у промисловості – через нестачу технічної води для металургійних і енергетичних підприємств; у енергетиці – втрата Каховської ГЕС як елементу регулювання енергосистеми. Соціальні наслідки включають загрозу здоров'ю населення через забруднення води та підвищення ризику інфекцій.

**Висновки.** Руйнування Каховської ГЕС спричинило глибокі, масштабні та довгострокові зміни природних і антропогенних систем південного регіону України. Порушення гідрологічного режиму Дніпра призвело до деградації ґрунтів, зниження їх родючості та утворення осередків засолення. Фауна регіону зазнала масових втрат, зокрема серед амфібій, риб і малорухливих безхребетних, що негативно позначиться на біорізноманітті. Забруднення Дніпра і Чорного моря несе транскордонні ризики для екологічної безпеки. Соціально-економічні збитки є критичними: зупинка зрошувальних систем, руйнування інфраструктури, переселення населення та загрози для продовольчої безпеки. Відновлення регіону потребує довгострокових програм, включаючи меліорацію, рекультивацію, моніторинг та міжнародну підтримку.

### Література

1. Vyshnevskiy V., Shevchuk S., Komorin V., Oleynik Yu., Gleick, P. (2023). The destruction of the Kakhovka dam and its consequences. *Water International*. DOI: 10.1080/02508060.2023.2247679
2. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Bahinskiy O. (2024). Natural and climatic transformation of the Kakhovka Reservoir after the destruction of the dam. *Journal of Ecological Engineering*, Vol. 25 (7), 82–104. DOI: 10.12911/22998993/187961
3. Hapich, H., Onoprienko D. (2024) Ecology and economics of irrigation in the south of Ukraine following destruction of the Kakhov reservoir. *International Journal of Environmental Studies*. DOI: 10.1080/00207233.2024.2314859
4. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Hyrlya L. (2024). The impact of the russian armed aggression on the condition of the water area of the Dnipro-Buh estuary system. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, Vol. 25 (11), 58–82. DOI: 10.12912/27197050/192154
5. Pichura V., Potravka L., Bahinskiy O. (2024) Vplyv viiny na stan akvatorii Dniprovsko-Buzkoї estuarної systemy ta Chornoho mor. *Water Bioresources*

- and Aquaculture, № 1 (15), 105–136. DOI: 10.32782/wba.2024.1.9 [in Ukrainian].
6. Kuzemko A., Prylutskyi O., Kolomytsev G., Didukh Y., Moysiienko I., Borsukevych L., Chusova O., Splodytel A., Khodosovtsev O. (2024). Reach the bottom: plant cover of the former Kakhovka Reservoir, Ukraine. Research Square. DOI: 10.21203/rs.3.rs-4137799/v1
  7. Vyshnevskiy V. I., Shevchuk S. A. (2024) Natural Processes in the Area of the Former Kakhovske Reservoir After the Destruction of the Kakhovka HPP. Journal of Landscape Ecology, Vol. 17 (2), 147–164. DOI: 10.2478/jlecol-2024-0014
  8. Pichura V., Potravka L., Stoiko N., Dudych H. (2025) Scenarios for the Functioning of the Kakhovka Reservoir Territory. Journal of Landscape Ecology. Vol. 18, № 3. P. 118–154. DOI: <https://sciendo.com/article/10.2478/jlecol-2025-0023>
  9. Pichura V., Potravka L. (2025) Impact of war on natural and climatic transformation of territories in the irrigation zone of Ukraine. Discover Applied Sciences. Vol. 7: article number 783. DOI <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07404-4>

**Бєлоусов О. В., Бреус Д. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ВПЛИВ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ДОВКІЛЛЯ**

Південноукраїнська атомна електростанція (ПУ АЕС) є стратегічним об'єктом енергетичної системи України, який забезпечує близько п'ятої частини електричної енергії країни. Використання атомної енергетики дозволяє суттєво зменшити залежність від викопного палива та знизити викиди парникових газів, проте супроводжується комплексним впливом на довкілля. Екологічні наслідки діяльності АЕС проявляються у всіх компонентах екосистеми, включно з атмосферою, водними ресурсами, ґрунтами, рослинністю та фауною. Оцінка цього впливу є надзвичайно важливою для забезпечення безпечного функціонування станції, збереження природних процесів у регіоні та здоров'я населення.

Дослідження впливу атомних станцій на довкілля мають довгу історію. У світі накопичено значний досвід моніторингу та оцінки екологічних ризиків, що дозволяє адаптувати міжнародні стандарти та методики

до умов України. Франція, яка забезпечує понад 70 % потреби країни електроенергією з атомних джерел, демонструє, що систематичний контроль радіонуклідів у повітрі та водних об'єктах дозволяє підтримувати їх концентрації нижче нормативів. Аналогічні дослідження проведено у США та Японії, де вивчають тепловий вплив на річкові екосистеми та біоаккумуляцію радіонуклідів у водних організмах. Досвід цих країн дозволяє проводити порівняльний аналіз із Південноукраїнською АЕС і визначати рівень безпеки її діяльності.

Атмосфера в зоні впливу ПУ АЕС піддається радіоактивному навантаженню, яке проявляється через викиди тритію, цезію-137 і йоду-131. За даними моніторингу 2022–2024 років, середньорічні концентрації становили: тритій – 1,2 Бк/м<sup>3</sup>, цезій-137 – 0,04 Бк/м<sup>3</sup>, йод-131 – 0,01 Бк/м<sup>3</sup>. Ці значення значно нижчі за нормативи, встановлені державними та міжнародними стандартами. Поширення радіонуклідів залежить від метеорологічних умов, таких як напрямок та швидкість вітру, температура і вологість повітря. Фізико-хімічні процеси включають дифузію, конвекцію та осадження на поверхні ґрунту і води, що створює складну динаміку концентрацій у навколишньому середовищі.

Крім радіоактивних компонентів, значний вплив на атмосферу чинять теплові викиди, що виникають при охолодженні реакторів. Підвищення температури повітря у зоні розташування станції призводить до формування локальних мікрокліматичних умов, які впливають на швидкість випаровування, термальні фронти та активність фотосинтезуючих організмів. Ці фактори мають комплексний ефект на локальні екосистеми та можуть формувати стресові умови для флори та фауни.

Вода річки Південний Буг використовується для охолодження реакторів станції з витратою 120–150 м<sup>3</sup>/с. На виході з охолоджувальної системи температура води підвищується на 6–8 °С, а локально – до 10 °С. Це підвищення температури змінює фізико-хімічні параметри води, включаючи концентрацію розчиненого кисню та швидкість метаболічних процесів. Високі температури води створюють умови для стресу водних організмів, зокрема риб, які є індикаторами екологічного стану.

Радіоактивні компоненти у воді також підлягають постійному моніторингу. У 2023 році середня концентрація тритію становила 1,2 Бк/л (ГДК – 10 Бк/л), цезію-137 – 0,03 Бк/л (ГДК – 1 Бк/л), йод-131 – <0,01 Бк/л (ГДК – 0,1 Бк/л). Біоаккумуляція у водних організмах залишалася на низькому рівні, що підтверджує відсутність загрози для харчових ланцюгів. Водночас тривалі спостереження дозволяють оцінювати

потенційні довгострокові ефекти та зміни екологічної рівноваги у річкових системах.

Ґрунти прилеглих територій Південноукраїнської АЕС піддаються впливу через осідання аерозолів та контакт зі стічними водами. Радіонукліди, що накопичуються у верхніх шарах ґрунту, створюють потенційну загрозу для екосистеми, оскільки частина ізотопів поглинається кореневою системою рослин і входить у харчові ланцюги. За даними моніторингу 2023 року, середня концентрація тритію у верхніх шарах ґрунту становила 0,8 Бк/кг (гранично допустима – 5 Бк/кг), цезію-137 – 0,06 Бк/кг (ГДК – 10 Бк/кг), йоду-131 – <0,01 Бк/кг (ГДК – 0,5 Бк/кг). Ці показники свідчать про дотримання нормативів безпеки та відсутність критичного накопичення радіонуклідів у ґрунтах.

Механізми трансформації радіонуклідів у ґрунтах включають адсорбцію на мінеральних частках, міграцію у глибші шари та включення у біомасу рослин. Біохімічні процеси в ґрунті, такі як розкладання органічної речовини та активність мікроорганізмів, впливають на мобільність радіонуклідів і їхню доступність для рослин. Рослинність демонструє адаптаційні реакції, включаючи зміни фотосинтетичної активності, ріст і морфологію, що дозволяє зберігати продуктивність екосистеми навіть при незначному радіоактивному навантаженні.

Флора і фауна водних об'єктів демонструють адаптаційні механізми. Рибні популяції щуки, окуня та коропа зберігають нормальні показники росту та розмноження. Водна флора підтримує фотосинтетичну активність і продуктивність екосистеми, що свідчить про стійкість екологічного середовища.

Біота регіону також демонструє високу здатність до адаптації. Видовий склад рослинності і чисельність диких тварин залишаються стабільними. Рибні популяції зберігають нормальні показники росту та розмноження, водна флора підтримує фотосинтетичну активність. Фауна демонструє поведінкові та фізіологічні механізми компенсації, що забезпечують функціональну стійкість екосистеми.

Адаптаційні механізми включають:

- зміни морфології рослин у відповідь на підвищене теплове та радіаційне навантаження;
- поведінкові адаптації тварин, які дозволяють уникати найбільш небезпечних зон;
- зміни активності мікроорганізмів, що впливають на процеси розкладу органічної речовини та кругообіг поживних речовин.

Довготривалі спостереження показують, що екосистема залишається стабільною, проте постійний контроль за станом флори і фауни є ключовим для своєчасного виявлення потенційних змін у чисельності видів або порушень харчових ланцюгів.

Системи моніторингу та методики контролю. Система моніторингу ПУ АЕС є комплексною і включає атмосферу, водні ресурси, ґрунти та біоту. Атмосферний контроль здійснюється щоденно із використанням автоматичних станцій, які фіксують концентрації радіонуклідів і пилу. Водні ресурси контролюються щотижня за температурою, розчиненим киснем, рН та концентрацією тритію, цезію-137 і йоду-131. Ґрунти і рослинність досліджуються щомісяця, включаючи визначення накопичення радіонуклідів та їхню доступність для харчових ланцюгів.

Лабораторні методики включають спектрометрію гамма-випромінювання, рідинну сцинтиляційну спектрометрію та іонізаційний контроль тритію. Обладнання автоматично реєструє зміни концентрацій, температури та інших параметрів, що дозволяє прогнозувати потенційні ризики та своєчасно реагувати на відхилення від нормальних значень.

Основними ризиками є:

- аварійне радіоактивне забруднення;
- тепловий стрес водних екосистем;
- накопичення радіонуклідів у ґрунтах і біоті.

Мінімізація цих ризиків забезпечується через:

- сучасні системи очищення стічних вод і газових викидів;
- контроль температури води та атмосфери;
- регулярне оновлення аварійних планів та навчання персоналу;
- прозоре інформування громадськості та екологічне просвітництво.

Інтегрований підхід дозволяє поєднувати дані моніторингу всіх компонентів довкілля для комплексної оцінки ризиків і прогнозування потенційних екологічних наслідків.

Перспективи розвитку екологічної безпеки включають удосконалення систем охолодження для зменшення теплового впливу на водні об'єкти, розширення та поглиблення моніторингу радіонуклідів у ґрунтах і біоті, інтеграцію даних для оцінки екологічної стійкості регіону та залучення міжнародних експертів для проведення аудиту та впровадження передових технологій контролю.

Також важливим є розроблення прогнозних моделей поширення радіонуклідів у атмосфері та воді, що дозволяє більш точно оцінювати потенційний ризик для населення і природних екосистем.

Вдосконалення моніторингових систем і лабораторних методик забезпечує можливість своєчасного виявлення відхилень від нормативів та запобігання їх накопиченню.

Порівняння з міжнародними даними показує, що накопичення радіонуклідів у ґрунтах навколо ПУ АЕС нижче, ніж у зонах впливу деяких АЕС у Європі та США, що свідчить про ефективність систем очищення та контролю стічних вод.

Атмосферні викиди є одним з основних аспектів екологічного впливу атомних електростанцій. ПУ АЕС, як і інші станції, здійснює викиди в атмосферу, зокрема парникових газів та радіоактивних ізотопів. Однак рівень цих викидів на ПУ АЕС знаходиться в межах допустимих норм, що підтверджується результатами моніторингу. Наприклад, за даними Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), рівень радіоактивних викидів на ПУ АЕС не перевищує встановлені гранично допустимі концентрації.

У порівнянні з ПУ АЕС, Paks NPP в Угорщині також здійснює викиди в атмосферу, однак рівень цих викидів є значно нижчим. Це досягається завдяки використанню сучасних технологій очищення викидів та ефективному управлінню енергетичними процесами. Однак, незважаючи на низький рівень викидів, Paks NPP стикається з проблемами, пов'язаними з накопиченням радіоактивних відходів, що потребує розробки ефективних стратегій їх зберігання та утилізації.

Olkiluoto NPP у Фінляндії є прикладом атомної електростанції, яка активно працює над зменшенням свого екологічного впливу. Станція використовує передові технології для зменшення викидів та ефективного управління радіоактивними відходами. Крім того, Olkiluoto NPP активно співпрацює з міжнародними організаціями для вдосконалення своїх екологічних практик та забезпечення високого рівня безпеки.

Kozloduy NPP у Болгарії, з іншого боку, стикається з викликами, пов'язаними з застарілим обладнанням та необхідністю модернізації. Це може призводити до підвищеного ризику викидів та забруднення навколишнього середовища. Однак Болгарія активно працює над модернізацією своєї атомної енергетики, впроваджуючи новітні технології та стандарти безпеки.

У порівнянні з іншими атомними електростанціями, ПУ АЕС демонструє високий рівень екологічної безпеки. Однак, як і інші станції, вона стикається з викликами, пов'язаними з управлінням радіоактивними відходами та необхідністю модернізації обладнання. Враховуючи досвід інших країн, можна відзначити важливість впровадження сучасних

технологій, ефективного управління відходами та міжнародної співпраці для зменшення екологічного впливу атомних електростанцій.

Загалом, порівняння екологічного впливу ПУ АЕС з іншими атомними електростанціями свідчить про необхідність постійного вдосконалення технологій та практик для забезпечення високого рівня безпеки та мінімізації впливу на навколишнє середовище. Важливим аспектом є також міжнародна співпраця та обмін досвідом для вирішення спільних проблем та викликів у галузі атомної енергетики. Таким чином, довготривалі спостереження залишаються необхідними, оскільки накопичувальний ефект радіонуклідів може проявлятися лише через кілька років.

**Висновок.** Комплексний аналіз екологічного впливу Південно-української АЕС показує, що діяльність станції при дотриманні нормативів та регулярному моніторингу не створює суттєвих негативних наслідків для довкілля. Вплив на атмосферу, водні ресурси, ґрунти та біоту обмежений і контрольований. Природні процеси в регіоні зберігаються стабільними, а система моніторингу та заходи з мінімізації ризиків забезпечують високий рівень екологічної безпеки.

Постійний науковий контроль, вдосконалення технологій та інтегрований підхід до оцінки ризиків є ключовими для підтримки екологічної стійкості та збалансованого функціонування природних систем у зоні діяльності станції.

### Література

1. Чирко Л. І. та ін. Застосування технології реконструкції зразків-свідків металу корпусу реактора блоку № 1 Південноукраїнської АЕС / Інститут ядерних досліджень НАНУ. Київ, 2017. С. 133–136.
2. Антонюк В. С., Тимчик Г. С., Бондаренко Ю. Ю. та ін. Покриття у приладобудуванні : монографія. Київ : НТУУ, 2016. 360 с.
3. Офіційний сайт Південноукраїнського енергокомплексу. URL: <https://www.sunpp.mk.ua>
4. Енергетична стратегія України на період до 2035 року : Проект. Київ, 2014. 41 с.
5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2017 році: Міністерство екології та природних ресурсів України. Київ : ФОП Грін Д. С., 2016. 350 с.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2020 році. Миколаїв, 2021. 199 с.
7. Екологічний паспорт Миколаївської області за 2020 рік. Миколаїв, 2021. 120 с.

*Білошкуренко О. С.**Херсонський державний аграрно-економічний університет**м. Херсон, Україна*

## **ВПЛИВ БІОЛОГІЧНОЇ ІНВАЗІЇ НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТЕРИТОРІЙ**

Біологічна інвазія рослинних та тваринних організмів відноситься до найактуальніших екологічних проблем сьогодення. Кількість біологічних інвазій постійно зростає на всіх континентах [1]. Життєдіяльність інвазивних видів становить загрозу для біологічного різноманіття екосистем інтродукованого середовища існування. Інвазивний вид визначено як чужорідний вид, натуралізація якого відбулася за межами первинного середовища існування [2]. Активне розмноження, короткий репродуктивний період та інтенсивне поширення новою територією являються головними властивостями інвазійних видів [3]. Біологічна інвазія має негативний вплив на аборигенну флору та фауну, а також на екосистемні послуги, економіку країни та здоров'я населення [4].

Актуальність теми зумовлена зростанням масштабів біологічних інвазій, до яких особливо вразливими є водні екосистеми. Дослідження процесів поширення та впливу інвазивних видів є важливим для забезпечення екологічної рівноваги та збереження біорізноманіття [3].

**Мета дослідження** – вивчення впливу біологічної інвазії на аборигенну флору та фауну й визначення шляхів запобігання зниженню біорізноманіття.

**Екологічна характеристика інвазивних видів.** В новому ареалі інвазивні види стають доміантними та не мають природних ворогів, що спричиняє їхнє швидке та успішне розповсюдження [5]. Це призводить до витіснення аборигенних видів тварин та рослин на даній території. Чужорідні види мають біологічні та генетичні характеристики, які забезпечують захоплення нових біотопів і високу конкурентоспроможність порівняно з місцевою флорою та фауною [6]. Життєдіяльність таких видів порушує природний баланс, зменшує чисельність аборигенних видів і спричиняє деградацію ландшафтів.

**Причини експансії та вплив на екосистеми.** До основних причин поширення інвазивних видів відносять трансформацію екосистем під впливом антропогенних факторів [5,6]. Інтенсивне антропогенне навантаження створює умови, сприятливі для вкорінення популяцій чужорідних організмів. Внаслідок діяльності інвазивних видів порушується екологічна рівновага, спостерігається зменшення кількості аборигенних виів, а також зміни

гідрологічних характеристик водних об'єктів України [7]. Часто інвазійні види стають конкурентами, паразитами та хижаками для місцевих видів.

**Наслідки та методи боротьби з біологічною інвазією.** Біологічна інвазія в новому середовищі існування призводить до зниження біологічного різноманіття аборигенних екосистем, розширення ареалу інвазійних видів та економічних збитків [3]. Основні методи боротьби з інвазією включають контроль за поширенням чужорідних організмів, регулювання торгівлі екзотичними видами та викорінення популяцій адвентивних видів рослин і тварин [6]. На території України біологічна інвазія є актуальною проблемою, що потребує розробки та впровадження ефективних методів та заходів для запобігання поширенню інвазивних видів і збереження біорізноманіття [2].

**Висновки.** Отже, біологічна інвазія в новому середовищі існування призводить до зниження біологічного різноманіття аборигенних екосистем, розширення ареалу інвазійних видів та економічних збитків [4]. До головних методів боротьби з інвазією належить контроль за поширенням чужорідних організмів, контроль торгівлі тваринами, а також викорінення популяцій адвентивних видів рослин та тварин [5]. На території України проблема біологічної інвазії є актуальною на сьогоднішній день, що зобов'язує до розробки та впровадження необхідних методів та заходів для виключення інвазивних організмів [3].

#### Література

1. Pyšek P. & Richardson D. M. (2010). Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annual Review of Environment and Resources*, pp. 25–55.
2. Downey P. O. & Richardson D. M. (2016). Alien plant invasions and native plant extinctions: a six-threshold framework, pp. 33–47.
3. Vilà M. & Hulme, P. E. (Eds.) (2017). *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services*. Springer, Cham, c. 135.
4. Gutiérrez J. L. (2017). "Modification of Habitat Quality by Non-native Species." In Vilà & Hulme (Eds.), *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services*, c. 33–47.
5. Хоменко С. В., Бельмега І. В., Кірейцева Г. В., Хрутьба В. О. (2024). «Роль фітоінвазії для природного біорізноманіття заповідних територій України». *Екологічні науки*, с. 12–29.
6. Сон М. О. (2021). «Біологічні інвазії водних донних безхребетних в Азово-Чорноморському басейні». Дисертація, Київ, с. 45–103.
7. Петренко О. В. (2020). «Вплив інвазивних видів на флору та фауну прісноводних екосистем України». *Біологія та екологія*, с. 56–68.

Блаута М. С.

Херсонський державний аграрно-економічний університет

м. Херсон, Україна

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРОТИ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА

Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) є одним із найнебезпечніших шкідників пасльонових культур, насамперед картоплі та баклажанів. Його висока плодючість, швидка адаптація до інсектицидів і здатність утворювати кілька поколінь за сезон призводять до значних втрат урожаю [1]. Традиційне застосування хімічних засобів захисту забезпечує короточасний ефект, однак сприяє розвитку резистентності популяцій та забрудненню довкілля [2].

У зв'язку з цим все більшої актуальності набуває застосування біопрепаратів – засобів, створених на основі живих мікроорганізмів або їхніх метаболітів, які є безпечними для людини, тварин і навколишнього середовища [3]. Біологічні препарати з групи ентомопатогенних бактерій (*Bacillus thuringiensis*, *Bacillus subtilis*), грибів (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*) та вірусів (CPV Granulovirus) демонструють високу ефективність проти личинок і імаго колорадського жука [4, 5].

**Метою роботи** є аналіз ефективності біологічних препаратів у контролі чисельності колорадського жука на картоплі, з урахуванням особливостей їхньої дії, екологічної безпеки та економічної доцільності.

**Біологічні препарати як альтернатива хімічним інсектицидам.** Біопрепарати діють переважно шляхом інфікування або токсичного впливу на шкідника, при цьому не завдають шкоди корисній ентомофауні [6]. Наприклад, препарати на основі *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* утворюють кристалічні білкові токсини, які паралізують травну систему личинок жука, викликаючи їхню загибель протягом 2–3 діб після споживання обробленого листа [7]. Важливою перевагою таких засобів є їх селективність – вони впливають лише на цільові види, не порушуючи екологічного балансу агроценозу. У досліджах [8], ефективність біопрепарату «Бітоксубацилін» становила 83–89 % проти личинок другого віку, тоді як хімічний аналог мав ефективність 92 %, але спричиняв загибель до 40 % корисних комах.

**Препарати грибного походження.** Грибні біопрепарати на основі *Beauveria bassiana* та *Metarhizium anisopliae* виявляють високу інфекційну активність проти личинок і дорослих жуків. Зараження

відбувається через кутикулу: спори проростають, міцелій проникає в тіло шкідника, викликаючи його загибель через 4–7 днів [9]. У польових дослідах застосування препарату «Боверін» забезпечувало 70–85 % зниження чисельності колорадського жука, особливо за вологої погоди, сприятливої для розвитку грибів [10]. Поєднання біопрепаратів бактеріального та грибного походження підвищує ефективність контролю до 90 %, що свідчить про доцільність комплексного використання мікробних агентів [11].

**Ефективність вірусних препаратів.** Вірусні ентомопатогени, зокрема гранульові віруси колорадського жука (CPV Granulovirus), використовуються у складі препарату «КолорадоВір». Вони вражають личинок молодших віків, викликаючи масову загибель протягом 5–7 діб після обробки [12]. Такі препарати характеризуються тривалим залишковим ефектом (до 20 днів), оскільки вірус зберігається на листках і передається наступним поколінням шкідників [13].

**Порівняльна оцінка ефективності.** Дослідження ефективності різних біопрепаратів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

### Ефективність біопрепаратів проти колорадського жука

| Препарат       | Діюча речовина                                 | Основна дія                      | Ефективність, % | Тривалість дії, днів |
|----------------|------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------------|
| Бітоксубацилін | <i>Bacillus thuringiensis var. tenebrionis</i> | Токсин у травній системі личинок | 83–89           | 5–7                  |
| Боверін        | <i>Beauveria bassiana</i>                      | Інфікування через кутикулу       | 70–85           | 7–10                 |
| Метаризин      | <i>Metarhizium anisopliae</i>                  | Грибний патоген личинок і імаго  | 75–88           | 6–9                  |
| КолорадоВір    | <i>CPV Granulovirus</i>                        | Вірусна інфекція личинок         | 80–90           | 15–20                |

Джерело: узагальнено за [8–12]

Встановлено, що найбільш стабільні результати спостерігалися при використанні комбінованих схем – обробка бактеріальним препаратом на початку масового відродження личинок і грибним засобом через 5–7 днів [9, 10].

**Екологічні та економічні аспекти.** Застосування біопрепаратів дає змогу зменшити хімічне навантаження на агроecosистему, уникнути

залишків пестицидів у врожаї та зберегти популяції запилювачів і природних ентомофагів [3, 6]. За результатами FAO (2024), перехід до біологічного захисту культур може зменшити використання синтетичних інсектицидів на 30–40 % без зниження урожайності [14]. Економічна ефективність біопрепаратів підтверджується розрахунками: витрати на біозахист окуповуються за рахунок збереження 2–3 т/га врожаю картоплі, а рівень рентабельності сягає 25–35 % [8,15].

Висновки. Біопрепарати на основі *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* та *CPB Granulovirus* забезпечують ефективний контроль чисельності колорадського жука (до 85–90 %). Найкращі результати досягаються при комбінованому використанні бактеріальних і грибних препаратів. Біологічні засоби є екологічно безпечними, не викликають резистентності у шкідників і зберігають корисну фауну агроценозу. Їхнє застосування відповідає принципам інтегрованого захисту рослин і сталого землеробства, забезпечуючи економічну доцільність і екологічну стабільність виробництва.

### Література

1. Грушецький В. І. (2021). Біологічні особливості колорадського жука в умовах Лісостепу України. Вісник аграрної науки, 99 (5), 24–29.
2. Cingel A., et al. (2019). Resistance of the Colorado Potato Beetle to Insecticides: Mechanisms and Management Strategies. *Insects*, 10 (10), 354.
3. FAO. (2022). Biological Control: Guidelines for Sustainable Pest Management. Rome.
4. Волошина О. В. (2023). Екологічні переваги застосування біопрепаратів у системі захисту картоплі. Землеробство і рослинництво, 4 (2), 65–72.
5. Савчук О. М. (2024). Біологічні інсектициди у системі інтегрованого захисту пасльонових культур. Агробіологія, 1 (2), 88–95.
6. Dubey S., et al. (2020). Entomopathogenic Microorganisms: A Sustainable Tool for Insect Pest Management. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1008.
7. Zimmermann G. (2018). The Entomopathogenic Bacteria *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus*. *Biocontrol Science and Technology*, 28 (9), 865–879.
8. Гончаренко І. С. (2023). Ефективність біопрепаратів проти личинок колорадського жука в умовах Полтавщини. Наукові праці ПДАА, 2 (87), 51–57.
9. Keller S., Zimmermann G. (2020). *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in Biological Control of Pests. *Biocontrol Today*, 45 (4), 77–83.
10. Терещенко Л. О. (2022). Дія препарату «Боверін» на популяції колорадського жука. Наукові горизонти, 25 (3), 105–110.
11. Lacey L. A., et al. (2021). Microbial Control of Insect Pests: Methods and Applications. *Annual Review of Entomology*, 66, 273–296.
12. Li H., et al. (2019). Characterization of Colorado Potato Beetle Granulovirus and Its Use in Pest Control. *Journal of Virological Methods*, 270, 62–69.

13. FAO. (2024). Biopesticides and Their Role in Sustainable Agriculture. Rome.
14. EU Commission. (2023). Integrated Pest Management in Potato Production: Best Practices. Brussels.
15. Коваленко С. М. (2024). Економічна ефективність біозахисту картоплі. Економіка АПК, 4 (12), 120–125.

*Бойко Т. О., Жавко В. С.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **РЕКРЕАЦІЙНА ФУНКЦІЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ**

Рекреаційні зони – це спеціально визначені території суші чи водного простору, головне призначення яких – організований масовий відпочинок населення та туризм [1]. Вони створюються з метою відновлення фізичних, психічних і морально-духовних сил людини, підвищення її життєвої активності та працездатності [2].

Рекреаційні зони є складовою частиною природно-екологічного простору, що слугує для масового відпочинку населення та туризму. Вони включають широке коло об'єктів: міські та паркові сади, ліси поблизу населених пунктів, пляжі, лісопаркові території, об'єкти природно-заповідного фонду, туристичні маршрути, бази відпочинку, соціокультурні й природні об'єкти. Вони покликані слугувати як місцем відпочинку та оздоровлення, так і простором для туризму та активного дозвілля.

Екосистемні послуги, які надають зелені насадження, становлять критичний компонент інтегрованого підходу до сталого розвитку міст і регіонів. Зелені насадження є ландшафтними елементами, які виконують низку функцій, що виходять за межі суто біофізичного впливу на середовище. Однією з таких функцій є рекреаційна, тобто організація простору для відпочинку, дозвілля та соціального спілкування людей. Ця функція належить до категорії культурних екосистемних послуг (cultural ecosystem services), що включають естетичні, освітні, духовні, дозвіллеві вигоди, отримані від природи [3, 4]. Подібні послуги мають назву культурні екосистемні послуги, що безпосередньо впливають на якість життя в міських системах, і вони безпосередньо оцінюються мешканцями та відвідувачами цих міських систем [5, 6]. Для задоволення потреб та очікувань ширшої міської спільноти потрібен «ширший

портфель територій» [3], який може відповідати очікуванням різних користувачів, від дітей до людей похилого віку.

У контексті зелених насаджень рекреація означає можливість контакту людини з рослинністю, деревами, кущами, травами, природними або напівприродними середовищами в урбанізованих або сільських просторах.

Водночас рекреаційна функція зелених насаджень відіграє важливу роль у забезпеченні рівноваги між природними процесами, урбаністичними формами та людським благополуччям. Рослини створюють середовище, яке робить місто (регіон) привабливішим, життєздатнішим і соціально інклюзивним, що безпосередньо пов'язано зі стратегічними цілями сталого розвитку [7].

Рекреаційна функція може розглядатись як місток між екологічною та соціальною складовими екосистемних послуг. З точки зору сталого розвитку, вона спрямована на створення та збереження таких зелених систем, які не лише виконують екологічні обов'язки, але і активно підтримують благополуччя людей, сприяють інтеграції природи в житлове, трудове та соціальне середовище. У цьому сенсі зелені насадження виступають як елемент «зеленої інфраструктури» – інфраструктури, що враховує екологічні виміри поряд із соціальними і економічними.

У контексті стратегії сталого розвитку рекреаційна функція зелених насаджень має декілька ключових векторів:

1 Підвищення якості життя і благополуччя громадян. Зелені зони для рекреації створюють умови для зміцнення фізичного здоров'я, зменшення стресу та покращення психічного стану населення. Це важливо в умовах урбанізації та зростаючого навантаження на міські системи.

2 Соціальна інтеграція та інклюзія. Зони відпочинку стають просторами, де пересічні громадяни можуть взаємодіяти, відпочивати, будувати соціальні зв'язки, сприяючи згуртованості суспільства.

3 Культурне значення та ідентичність. Зелені простори мають символічне, естетичне значення, вони укріплюють зв'язок людей із природою, створюють «місце відчуття» (sense of place), що є важливим для громадської підтримки заходів сталого розвитку [7].

4 Економічні вигоди. Рекреаційні зони підвищують привабливість територій, можуть стимулювати туризм, який у свою чергу підсилює локальний розвиток та створення робочих місць. Крім того, вони можуть знизити витрати на охорону здоров'я, підтримку міського середовища, що акцентує звіт «доглянуті зелені зони корисні для всіх... підтримують та покращують послуги, що надаються «безкоштовно» природним середовищем» [8].

5 Рекреаційна функція – це не лише «відпочинок», вона також стимулює збереження і розвиток зелених насаджень, які виконують інші екосистемні функції (регілювальні, підтримуючі). У стратегічному плані це означає, що міські чи регіональні плани розвитку повинні інтегрувати зелені насадження як невід’ємну частину інфраструктури, а не лише альтернативний елемент.

6 Зелені зони, доступні для рекреації, також можуть бути частиною міських систем адаптації до змін клімату (наприклад, зниження ефекту теплового острова, утримання дощової води, створення комфортного мікроклімату), що теж віддалено підсилює рекреаційні можливості [9].

7. У проєктах міського або регіонального розвитку має бути враховано розміщення, масштаб, зв’язність, доступність зелених насаджень для рекреації, їх роль як частини зеленої інфраструктури (принципи сталого планування). Зокрема необхідно уникати ситуацій, коли рекреаційна зона є локальною, але і ізольованою або недоступною для більшості мешканців, що знижує її ефективність як екосистемної послуги.

Забезпечення взаємозв’язку зелених зон із транспортною інфраструктурою забезпечить зв’язність і максимальне охоплення території.

### Література

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XI від 25.06.1991. Стаття 63. База даних «Законодавство України». <https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12> (дата звернення: 26.10.2025).
2. Законодавчі терміни: «Термін «Рекреаційні зони»». База даних «Законодавство України». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/term/25597/sp:dark> (дата звернення: 26.10.2025).
3. Rózová Z. et al. Recreation in the City-A Part of Cultural Ecosystem Services. *Ekológia (Bratislava)*. Slovak Academy of Sciences, 2020, Vol. 39. № 2. P. 190–200.
4. Бойко Т. О. Можливості використання рослин-фіторемедіантів для відновлення урбанізованих територій. *Таврійський науковий вісник*, 2025. № 144. С. 299–305.
5. Plieninger T., Dijks S., Oteros-Rozas E., Bieling C. Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. *Land Use Policy*. 2013. № 33. P. 118–129.
6. Zulian G., et al. Practical application of spatial ecosystem service models to aid decision support. *Ecosystem Services*. 2018. 29 (Part C). P. 465–480.
7. Pugh T. A. M., MacKenzie A. R., Whyatt J. D., Hewitt C. N. Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environmental Science & Technology*. 2012. Vol. 46. № 14. P. 7692–7699.
8. The Hidden Value Of Our Green Spaces. URL: <https://lnk.ua/wVlzbKD4P> (дата звернення: 23.10.2025).

9. Бойко Т. О. Відновлення зелених насаджень у повоєнному періоді як основа формування екологічної компоненти сталого розвитку урболандшафтів. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2024. С. 24–26.

**Бордюг Н. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

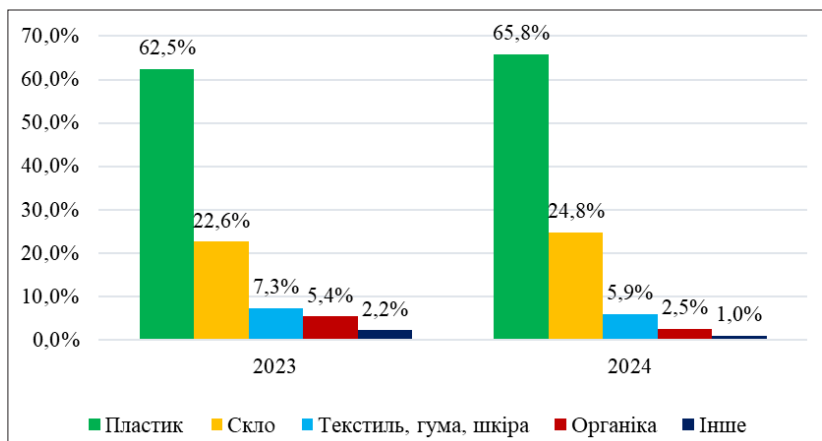
### **СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НЕСАНКЦІОНОВАНИХ ЗВАЛИЩ У МІСТІ ЖИТОМИР**

У сучасних умовах розвитку міст питання управління твердими побутовими відходами залишається вкрай актуальним, особливо для міст з підвищеним рівнем урбанізації. Несанкціоновані сміттєзвалища, що виникають поблизу житлових районів, становлять значну екологічну загрозу, погіршують якість навколишнього середовища, створюють ризики забруднення ґрунту, вод і повітря.

Накопичені відходи, при дії метеорологічних умов, піддаються процесам розкладу та гниття, утворюючи при цьому стічні води, що містять забруднюючі речовини, які надходять у ґрунт та ґрунтові води, створюючи небезпеку для здоров'я населення, а, отже, значно погіршує санітарно-епідеміологічний стан території міста. Аналіз морфологічного складу відходів, що накопичуються на таких звалищах, є ключовим етапом для розробки ефективних заходів управління відходами, що базуються на принципах сортування, переробки та мінімізації негативного впливу на довкілля.

У 2023–2024 роках на території міста Житомир було виявлено 17 несанкціонованих сміттєзвалищ, а також понад 42 дрібних місць накопичення відходів, що утворилися через рознесення сміття від основних ділянок. Також несанкціоновані сміттєзвалища були виявлені біля полігону твердих побутових відходів. Найбільшу частку (65%) несанкціонованих звалищ було виявлено на берегах річки Кам'янка, тому з поверхневим стоком токсичні речовини від звалищ будуть надходити до річки Тетерів. Також танення снігу сприяє масовому переміщенню пластикових пакетів та іншого легкого сміття річками до різних районів міста та прилеглих населених пунктів.

Усереднений структурно-морфологічний склад відходів несанкціонованих звалищ за 2023–2024 рр. відображено на рис. 1.



**Рис. 1. Усереднений структурно-морфологічний склад відходів несанкціонованих звалищ за 2023–2024 рр.**

Визначено домінування твердих, повільно розкладних фракцій твердих побутових відходів, насамперед пластику та скла. У 2023 р. частка пластикових відходів становила 62,5 %, а у 2024 р. вона 65,8 %, що свідчить зростання накопичення полімерних матеріалів, які практично не піддаються природному розкладу. Аналогічно збільшилася й частка скла, а саме з 22,6 % до 24,8 %. Спостерігається зменшення накопичення фракції текстилю, гуми та шкіряних виробів до 5,9 % у 2024 р., що може бути пов'язано з особливостями споживчої поведінки населення або структурними змінами у загальному обсязі відходів. Виявлено найбільш суттєве зниження вмісту органіки у складі твердих побутових відходів несанкціонованих сміттєзвалищ (2,5 % у 2024 р.). На всіх ділянках спостереження було виявлено характерний різкий запах, типовий для сміттєзвалищ, що зумовлено розкладання органічних відходів. Крім того, у межах таких осередків формуються сприятливі умови для появи й поширення інфекційних захворювань.

На підставі спостережень можна визначити низку характерних тенденцій, а саме: переважну частину таких звалищ формують побутові відходи; найчастіше вони з'являються в ярах та поблизу водних об'єктів; поширення стихійних звалищ на околицях міста, що зумовлено

недостатнім контролем та організацією вивозу твердих побутових відходів, порушенням правил утилізації та переробки.

Для забезпечення комплексної ліквідації та недопущення появи несанкціонованих сміттєзвалищ на території міста необхідно впроваджувати цілісну та ефективну систему управління твердими побутовими відходами. Насамперед варто організувати повноцінну інфраструктуру збору, видалення та перероблення відходів, а також сформувати реєстри місць утворення, утилізації та видалення відходів. Важливо передбачати необхідне фінансування на рівні місцевих бюджетів для своєчасної ліквідації несанкціонованих сміттєзвалищ.

Для запобігання утворенню нових несанкціонованих сміттєзвалищ необхідно забезпечити встановлення достатньої кількості контейнерів для твердих побутових відходів, регулярність їхнього вивезення, розроблення схем санітарного очищення міської території та впровадження системи моніторингу поводження з відходами. Важливим складником профілактичної роботи є залучення населення до підтримання чистоти прилеглих територій, інформування про відповідальність за порушення екологічних норм та законодавства, організація міських заходів із благоустрою, а також систематична просвітницька діяльність у закладах освіти та серед населення міста. Пріоритетним напрямом має стати розвиток інфраструктури сортування та утилізації твердих побутових відходів.

Отже, для забезпечення вирішення проблеми несанкціонованих сміттєзвалищ у місті необхідно комплексно впроваджувати запропоновані заходи, що сприятиме збереженню довкілля, покращенню санітарно-екологічного стану міста та підвищенню якості життя його мешканців. Водночас успішна реалізація цих завдань можлива лише за умови об'єднання зусиль органів влади, екологічних організацій, бізнесу та місцевого населення.

### Література

1. Бордюг Н. С., Стойко В. М., Мудренюк Н. М. Ефективність сортування твердих побутових відходів в розрізі екологічної безпеки міста Житомира. *Наука. Молодь. Екологія – 2016* : матеріали XII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Житомир, 2016. С. 111–116.
2. Гончаренко Я. Є. Сучасний стан та перспективи вирішення проблеми поводження з відходами в Україні у контексті активізації інтеграційних процесів. *Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління*. 2021. № 3 (49). Т. 20. С. 232–243.

3. Ілляш О. Е., Чепурко Ю. В., Серга Т. М., Бредун В. І., Смоляр Н. О. Дослідження компонентного складу твердих побутових відходів. *Екологія. Довкілля. Енергозбереження – 2024* : кол. моногр. Полтава : Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка, 2024. С. 113–138.
4. Ремез Н. С., Дичко А. О., Шмарін С. Л., Крайчук С. О., Остапчук Н. О. Стратегічні підходи до вирішення проблеми побутових відходів : монографія. Рівне : Волин. обереги, 2023. 460 с.

**Бреус Д. С., Бідуляк В. І.**

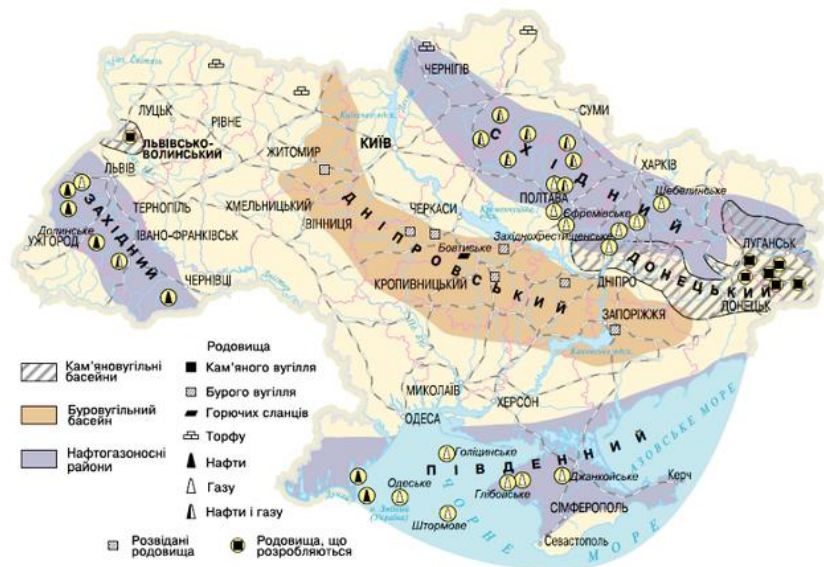
*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

### **ВПЛИВ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ «НАДВІРНАНАФТОГАЗ» НА ДОВКІЛЛЯ**

Видобування корисних копалин, зокрема нафти та природного газу, є важливою складовою економічного розвитку України та забезпечення енергетичної безпеки країни. Нафтогазова галузь формує значну частку енергетичних ресурсів, створює робочі місця, розвиває інфраструктуру та впливає на регіональний розвиток. Водночас нафтогазова діяльність характеризується високим рівнем екологічного навантаження на довкілля, що проявляється у забрудненні атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, ґрунтів, порушенні біорізноманіття та екологічних функцій регіональних екосистем. Підприємство «Надвірна-нафтогаз», яке здійснює видобуток нафти та газу на Надвірнянському та Битків-Бабченському родовищах в Івано-Франківській області, функціонує в умовах високої природної чутливості регіону, зокрема через гірський рельєф, значну лісистість та численні водні об'єкти. Це підвищує ризики негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я населення, а також визначає актуальність комплексної екологічної оцінки діяльності підприємства [5].

Основними складовими паливної промисловості України є вугільна, газова та нафтова галузі. Їхній розвиток визначається як географічним розміщенням паливних ресурсів, так і стабільністю постачання імпортової сировини (рисунок 1). Протягом тривалого часу саме вугільна промисловість займала провідне місце в паливно-енергетичному комплексі держави завдяки розвиненій сировинній базі. Вона включала два основні напрями – кам'яновугільний і буровугільний. Однак унаслідок

воєнних дій на Донбасі більшість родовищ кам'яного вугілля залишилися на тимчасово окупованих територіях.



**Рис. 1. Географія паливних природних ресурсів**

Газова та нафтова промисловість мають часткове власне забезпечення, але значною мірою орієнтовані на імпорتنі ресурси. Нафтова галузь структурно поділяється на нафтовидобувну та нафтопереробну. Історично важливе місце у паливно-енергетичному балансі країни займала торфова промисловість, проте нині торф використовується переважно як органічне добриво. У 1960-х роках ХХ ст. на території Кіровоградської області було відкрито Бовтиське родовище горючих сланців – одне з найбільших у світі. Сьогодні це родовище законсервоване та не розробляється [2].

«Надвірна нафтогаз» є дочірнім підприємством НАК «Нафтогаз України» та здійснює всі ключові етапи видобування вуглеводнів: буріння свердловин, видобування нафти та газу, транспортування, часткову переробку нафти. Організаційно підприємство включає бурові дільниці, насосні станції, склади хімічних реагентів та виробничі цехи з переробки нафти. Структура управління передбачає відділи екології, технічного контролю, охорони праці та моніторингу промислового

впливу на довкілля. Водночас технологічний процес видобування супроводжується утворенням значних обсягів відходів та викидів, що становлять серйозну екологічну загрозу, зокрема у випадку порушення технологічного контролю.

Природно-екологічні умови регіону визначають високу чутливість навколишнього середовища до антропогенного впливу. Гірський рельєф та наявність густої лісистості створюють специфічні умови для накопичення та поширення забруднювачів. Основні річки регіону, включно з Прутом та Бистрицею Надвірнянською, забезпечують водні ресурси для населення та промисловості, але є вразливими до витоків нафти та хімічних реагентів. Ґрунти переважно дерново-підзолисті та кислі, що робить їх особливо сприйнятливими до деградації. Біорізноманіття регіону включає лісові та водно-болотні екосистеми, численні види флори і фауни, частина яких занесена до Червоної книги України, що підвищує екологічну цінність території та потребує високого рівня екологічного контролю [1].

В Україні екологічна оцінка впливу на довкілля (ОВД) регламентується Законом України «Про оцінку впливу на довкілля», Законом «Про охорону навколишнього природного середовища», санітарними нормами щодо якості води, ґрунтів та повітря, а також Державними стандартами викидів шкідливих речовин. Підприємство повинно дотримуватися цих вимог на всіх етапах діяльності: планування, проектування, будівництва, експлуатації та ліквідації промислових об'єктів. Крім того, важливо враховувати міжнародні стандарти ISO 14001 та принципи сталого розвитку, що передбачають системний підхід до мінімізації негативного впливу, управління відходами та рекультивації земель [3].

Методологія оцінки впливу «Надвірнанафтогаз» на довкілля базується на комплексному підході, що поєднує польові спостереження, лабораторний аналіз та моделювання. Контроль атмосферного повітря здійснюється шляхом визначення концентрацій оксидів азоту, сірки, вуглецю, летких органічних сполук та часток нафти. Аналіз водних ресурсів включає оцінку хімічного складу підземних і поверхневих вод, визначення наявності нафтопродуктів, важких металів та токсичних органічних речовин. Ґрунтовий моніторинг передбачає визначення концентрації нафтопродуктів, важких металів, кислотності та органічного вмісту. Біоіндикатори флори та фауни дозволяють оцінити стан екосистем та ранні ознаки стресу серед живих організмів. Управління відходами включає кількісну та якісну характеристику бурових шламів, нафтосодержащих залишків та інших промислових відходів.

Вплив діяльності підприємства на атмосферне повітря проявляється у вигляді викидів оксидів азоту, сірки, вуглецю та летких органічних сполук, що призводить до погіршення якості повітря, утворення смогу та кислотних опадів. Викиди часток нафти та смолистих речовин осідають на ґрунтах і водних об'єктах, підвищуючи їхню токсичність та негативно впливаючи на здоров'я населення. Застосування сучасних технологій буріння та очистки газів є критично важливим для зменшення цих ризиків. Детальний перелік джерел викидів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

**Основні джерела утворення викидів забруднюючих речовин  
та їх якісний склад**

| Джерела виділення                                                                                      | Джерела викидів | Забруднюючі речовини, що викидаються в атмосферу                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дизельні двигуни приводу бурового верстату та насосів подачі бурового розчину, дизельні електростанції | Організовані    | Оксид вуглецю, оксиди азоту, сірчистий ангідрид, суспендовані частинки недиференційовані за складом, бенз(а)пірен, суміш насичених вуглеводнів $C_2 - C_8$ |
| Склад паливно-мастильних матеріалів                                                                    | Організовані    | Аерозоль масел, пари дизельного і пічного палива (вуглеводні насичені $C_{12} - C_{19}$ )                                                                  |
| Насосне обладнання для перекачування паливно-мастильних матеріалів та нафти                            | Неорганізовані  | Пари дизельного і пічного палива та нафти (вуглеводні насичені $C_{12} - C_{19}$ )                                                                         |
| Технологічне устаткування для приготування, зберігання та очищення бурових розчинів                    | Неорганізовані  | Суміш насичених вуглеводнів $C_2 - C_8$                                                                                                                    |
| Котельня установка                                                                                     | Організоване    | Оксиди вуглецю і азоту, сірчистий ангідрид, суспендовані частинки недиференційовані за складом, бенз(а)пірен                                               |

Вплив на водні ресурси проявляється через забруднення підземних та поверхневих вод нафтопродуктами та хімічними реагентами. Це призводить до підвищення концентрації важких металів та органічних токсичних сполук у воді, порушення гідрохімічного балансу, загибелі водних організмів та погіршення водозабезпечення населення. Впровадження очисних споруд, систем збору та переробки стічних вод

є необхідними заходами для мінімізації негативного впливу на водні об'єкти [6].

Діяльність підприємства також негативно впливає на ґрунти та біорізноманіття регіону. Забруднення ґрунтів нафтопродуктами та хімічними реагентами призводить до деградації ґрунтового покриву, зниження його родючості та втрати біорізноманіття. Особливо вразливими є території, що межують з природоохоронними зонами, лісами та водними об'єктами. Втрата рідкісних видів флори та фауни має довгострокові негативні наслідки для екосистем. Рекультивація земель, відновлення рослинного покриву та поліпшення якості ґрунтів є ключовими заходами для мінімізації цих наслідків.

Розрахунок показників водоспоживання та водовідведення здійснено відповідно до вимог нормативного документа СОУ 09.1-20077720-020:2014 «Водоспоживання та водовідведення при бурінні свердловин, видобуванні нафти і газу. Правила розроблення норм і нормативів». Узагальнені результати розрахунків водоспоживання і водовідведення подано в таблиці 2.

Таблиця 2

**Зведені показники водоспоживання і водовідведення  
на період продовження розробки родовища**

| Технологічний процес        | Споживання свіжої<br>води, тис. м <sup>3</sup> | Водовідведення,<br>тис. м <sup>3</sup> |
|-----------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Буріння                     | 20,4824                                        | 0,424                                  |
| Видобування природного газу | 16,659                                         | 9,85                                   |
| Видобування нафти           | 202,0823                                       | 15,008                                 |
| Разом                       | 239,2237                                       | 25,282                                 |

Управління промисловими відходами є важливим аспектом екологічної політики підприємства. Бурові шлами, нафтосодержачі відходи та інші побічні продукти виробництва підлягають збору, переробці та утилізації. Рекультивація земель передбачає відновлення ландшафтів, поліпшення ґрунтів та відновлення природних екосистем, що дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля після завершення промислової діяльності [4].

Для мінімізації екологічного впливу підприємству рекомендовано застосування сучасних технологій буріння та видобування, регулярний контроль за якістю повітря, води та ґрунтів, впровадження систем управління відходами та рекультивації земель, а також підвищення

обізнаності працівників та населення щодо екологічних аспектів діяльності та принципів сталого розвитку.

Порівняння діяльності «Надвірнанафтогаз» з іншими нафтогазовими підприємствами України показує, що підприємство має середній рівень екологічної безпеки, проте потребує покращення контролю викидів, систем рекультивації та управління водними ресурсами. Виконання рекомендацій дозволить наблизитися до кращих практик національного та міжнародного рівня, забезпечуючи баланс між економічною вигодою та охороною довкілля.

**Висновок.** Отже, діяльність підприємства «Надвірнанафтогаз» має значний вплив на навколишнє середовище, який проявляється у забрудненні атмосферного повітря, водних ресурсів, ґрунтів та біорізноманіття. Комплексний підхід до управління екологічними ризиками, дотримання законодавчих та міжнародних стандартів, впровадження сучасних технологій та систем моніторингу є обов'язковими умовами забезпечення сталого розвитку регіону та збереження природного середовища для майбутніх поколінь [7].

#### Література

1. Екологічний паспорт Івано-Франківської області за 2017 рік. Івано-Франківськ, 2018. 115 с.
2. Завалко І. Й. Документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для НГВУ «Надвірнанафтогаз» ПАТ «Укрнафта», (Груповоа установка ГУ «Луква»). 2013.
3. Кількість населення за регіонами України в 2019 р. URL: <https://index.minfin.com.ua/reference/people/>
4. НГВУ «Надвірнанафтогаз». Звіт про оцінку впливу на довкілля планової діяльності з видобування корисних копалин на Луквинському родовищі № 20171229/8 від 06.02.2018 р.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області у 2017 році. Івано-Франківськ, 2018. 172 с.
6. Канюк А. НГВУ «Надвірнанафтогаз» ПАТ «Укрнафта». Ідентифікація об'єкта підвищеної небезпеки – груповий збір «Луква» : звіт НДПП ПАТ «Укрнафта». Івано-Франківськ, 2017. 5 с.
7. Міністерство екології та природних ресурсів України. Стратегія державної екологічної політики України на період до 2020 року. URL: <http://www.menr.gov.ua>

Гайбура О. В., Бойко П. М.

Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна

## СТВОРЕННЯ ПРОЄКТУ ОЗЕЛЕНЕННЯ ПРИВАТНОЇ ТЕРИТОРІЇ СЕЛИЩА ВЕЛИКООЛЕКСАНДРІВКА ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Актуальність:** Озеленення приватних територій у південних регіонах України має велике значення для підвищення мікрокліматичного комфорту, збереження біорізноманіття та естетичного вигляду селищ. Проєкт спрямований на створення функціональної та декоративної композиції для приватної садиби площею 0,8 га, з урахуванням сусідніх громадських елементів (магазин, бар) і обмеженої смуги озеленення біля тротуару.

**Мета:** Розробити класичний проєкт декоративного озеленення, який поєднує приватність для власників та привабливість для відвідувачів, з урахуванням кліматичних особливостей Херсонської області та середнього рівня бюджету.

**Завдання:**

1) Сформувати естетично збалансовані локації озеленення: вузьку смугу біля тротуару та центральний квадрат  $12 \times 12$  м у дворі приватної будівлі.

2) Підібрати асортимент дерев, кущів і трав'янистих рослин.

3) Розробити описовий генплан, посадкову відомість та кошторис.

2. Описовий генеральний план (схема зонування).

Загальна площа ділянки: 0,8 га (80 соток). На ділянці розташовані три будівлі: приватна садиба, продуктовий магазин та бар. Заплановано два основні осередки озеленення:

А. Вузька смуга перед магазином і баром ( $10 \text{ м} \times 2 \text{ м}$ ) – прилегла до тротуару. Тут встановлюється жива огорожа з туї 'Smaragd' та бордюру з квітучих трав'янистих рослин.

В. Центральна квадратна композиція у дворі ( $12 \text{ м} \times 12 \text{ м}$ ) – в центрі фонтан, по боках – чергування альпійських гірок і солітерів з *Juniperus 'Blue Arrow'*, а також композиції з кущів.

Решта простору використовується для під'їздів, господарських зон та декоративних груп рослин. Рекомендується зберегти максимально природний рельєф, утворивши плавні доріжки та невеликі підвищення для альпійських гірок.

Пропоновані рослини підібрано з урахуванням південного клімату та середнього бюджету.

Партерні трав'янисті композиції (бордюр перед магазином): лаванда, шавлія, ехінацея, медунка. У центрі і міксбордерах: рудбекія, хоста (в тіні), флокс, декоративні злаки. Рекомендується облаштувати декоративний газон на вільних просторах (площа  $\approx 400\text{--}600\text{ м}^2$ ).

Деталі для локацій:

Локація А (вузька смуга  $10 \times 2\text{ м}$ ):

- Лінія з *Thuja occidentalis* 'Smaragd' на відстані 0,6–0,8 м між рослинами (приблизно 15–18 рослин на 10 м).
- Бордюр з лаванди та низьких спірей (3 ряди/комбінації), мульча для збереження вологості.
- Невеликі декоративні камені як декоративний елемент.

Локація В (квадрат  $12 \times 12\text{ м}$ ):

- Центр: фонтан діаметром 1,2–1,5 м з декоративним підсвічуванням.
- По боках фонтану: чергування альпійських гірок (низькі кам'янисті насипи) та груп *Juniperus* 'Blue Arrow' (солітери).
- Кущові композиції: барбарис, спірея, скумпія; посадки робити каскадом за висотою (високі ззаду, низькі спереду).
- Доріжки з натуральної плитки або гравію шириною 1–1,2 м, лавки для відпочинку.

Ґрунтові та агротехнічні рекомендації.

Перед посадкою рекомендовано провести аналіз ґрунту (рН, вміст органіки). Для поліпшення структури використовувати компост та піщано-гравійні суміші в посадкових ямах. На відкритій для сонячних променів ділянці важливо мульчувати, застосовувати краплинне зрошення для молодих рослин і вибирати стійкі до посухи сорти і форми там, де це можливо.

### Література

1. Бойко Т. О., Бойко П. М. Довідник ландшафтного дизайнера : навчальний посібник. Одеса : Олді+. 2024. 196 с.
2. Boiko T., Boiko P, Dvorna A. Analysis of the use of fruit and nice cultures in greening of the Kherson region. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 333–338.
3. Бойко Т. О. Можливості використання рослин-фіторемедіантів для відновлення урбанізованих територій. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 144. С. 299–305.
4. Марковська О. Є., Свиденко Л. В., Стеценко І. І. Порівняльна оцінка морфометричних показників і господарсько цінних ознак *Lavandula angustifolia* Mill. та *Lavandula hybrida* Rev. *Наукові горизонти*. 2020. № 02 (87). С. 24–31.

*Гальчук І. О., Бреус Д. С.**Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Актуальною проблемою сучасності залишається забруднення приземного шару атмосфери антропогенними викидами. Вони негативно впливають на стан здоров'я населення, сприяють поширенню респіраторних, алергічних, серцево-судинних та інших захворювань [1, 3, 10, 15]. Крім того, забруднення повітря порушує екологічну рівновагу, погіршує стан природних екосистем та прискорює зміни клімату [6–8]. Дослідження стану атмосферного повітря набуває особливого значення в умовах інтеграції України до європейських екологічних стандартів та загальної тенденції глобальної зміни клімату [2, 15]. Визначення основних джерел забруднення, оцінка їхнього впливу та розробка заходів щодо зниження викидів є необхідним завданням для забезпечення сталого розвитку регіону та підвищення якості життя населення [8, 10]. Крім того, це питання актуалізується міжнародними зобов'язаннями України, зокрема у рамках Паризької кліматичної угоди, Угоди про асоціацію з ЄС та інших екологічних ініціатив, що передбачає зменшення викидів парникових газів, впровадження екологічно безпечних технологій, посилення моніторингу стану довкілля та створення правових механізмів забезпечення екологічної безпеки [2].

Якість атмосферного повітря у багатьох промислових регіонах України залишається низькою, що потребує ефективного моніторингу, аналізу та контролю за викидами шкідливих речовин [1, 4]. Івано-Франківська область відзначається значним антропогенним впливом, обумовленим діяльністю промислових підприємств, серед яких ВП «Бурштинська ТЕС» ПАТ «ДТЕК Західенерго», ПАТ «Нафтохімік Прикарпаття», НГВУ «Надвірнанафтогаз», ПрАТ «Івано-Франківськцемент» та інші [1]. Хоч регіон є популярним туристичним центром, основними джерелами забруднення залишаються підприємства, що постачають електроенергію, газ, пар та кондиційоване повітря, на які припадає понад 89 % загальнообласних викидів [1, 5]. Інші галузі, такі як добувна і переробна промисловість, транспорт, сільське, лісове та рибне господарство,

формують відносно невелику частку загальних викидів [11, 12]. Оцінка впливу стаціонарних джерел та аналіз тенденцій викидів забруднюючих речовин є важливим завданням для екологічного дослідження регіону [14]. Для аналізу використовувалися дані Держстату, Екологічного паспорту області, регіональних доповідей про стан навколишнього середовища та статистичні збірники «Довкілля України» за 2010 та 2022 роки [11, 12, 14].

У 2023 році загальні викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел в Івано-Франківській області становили 147,7 тис. тонн, що на 3,02 % менше, ніж у 2022 році [5, 11]. Найбільшу частку забруднення формує діоксид вуглецю – 9,9 млн тонн, який є основним парниковим газом та впливає на зміну клімату [1, 2]. Далі за обсягом йдуть діоксиди та інші сполуки сірки (96 512 тонн, 65 % від сумарних викидів), речовини у вигляді твердих суспендованих частинок (24 903 тонн, 17 %), сполуки азоту (13 177,8 тонн, 9 %), метан (5683,1 тонн, 4 %), неметанові леткі органічні сполуки (4650,4 тонн, 3 %) та оксид вуглецю (2 %) [11]. Ця структура викидів свідчить про домінування джерел, які продукують парникові гази та речовини з високою токсичністю для людини та навколишнього середовища [6].

Аналіз динаміки загальних викидів від стаціонарних джерел у період з 1990 по 2023 роки дозволяє виділити три етапи. Перший етап (1990–2000 рр.) характеризувався високими рівнями викидів, що відображало інтенсивну промислову діяльність, зокрема у 1990 році викиди становили 403,3 тис. тонн [11]. Економічні зміни після розпаду СРСР спричинили скорочення виробництва та зниження викидів до 141 тис. тонн у 2000 році [5]. Другий етап (2000–2015 рр.) відзначався поступовим зменшенням викидів завдяки впровадженню чистіших технологій, реформам у енергетиці та зниженню інтенсивності забруднення [11]. Незначне зростання у середині 2010-х рр. пояснюється економічним підйомом та активізацією промислового виробництва [12]. Третій етап після 2015 року характеризується нестабільністю: падіння викидів у 2020 році до 140,4 тис. тонн спричинене локдаунами під час пандемії COVID-19, а подальше поступове відновлення економічної діяльності зумовило невелике збільшення викидів у 2021–2023 роках [11].

Діоксид вуглецю залишається основним забруднювачем повітря. У 2023 році його викиди від стаціонарних джерел становили 9,9 млн тонн, що на 1,1 % менше, ніж у 2022 році, і на 18 % менше, ніж у 2021 році [12]. Динаміка CO<sub>2</sub> показує збільшення викидів у період 2010–2019 рр., піковий рівень досягнуто у 2019 році – 12 898,9 тис. тонн [1, ].

У 2020 році спостерігалось зниження на 21 % до 207,1 тис. тонн, пов'язане з обмеженнями економічної діяльності під час пандемії [1]. Після цього викиди частково відновилися і у 2023 році склали 9900,2 тис. тонн [11].

Друге місце за обсягом забруднення займають діоксиди та інші сполуки сірки. Вони утворюються під час спалювання палива з вмістом сірки та різних виробничих процесів.  $\text{SO}_2$  відноситься до третього класу небезпеки та негативно впливає на матеріали, рослини та здоров'я людини [3, 15]. Динаміка викидів демонструє збільшення з 2010 до 2015 року (121,8 тис. тонн до 160,1 тис. тонн), після чого спостерігається зниження до 96,5 тис. тонн у 2023 році [11].

Тверді суспендовані частинки ( $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ) формують значну частину забруднення, мають різноманітне походження і спричиняють як короткострокові, так і довгострокові негативні наслідки для здоров'я, включаючи запалення легень, підвищення артеріального тиску та зростання чутливості до інфекцій [3]. Динаміка викидів показує майже дворазове зростання між 2010 та 2015 роками (з 17,4 до 32,9 тис. тонн), піковий рівень у 2019 році – 35,2 тис. тонн, з падінням у 2020 році до 16,8 тис. тонн та поступовим відновленням у 2021–2023 рр. [11].

Сполуки азоту, зокрема діоксид азоту ( $\text{NO}_2$ ), мають значний вплив на здоров'я людини та екосистеми. Вони спричиняють запалення дихальних шляхів, підвищують ризик респіраторних інфекцій і посилюють токсичність інших забруднювальних речовин [15]. Динаміка викидів оксидів азоту демонструє зростання до 2019 року, зниження у 2020 році до 11,2 тис. тонн та подальше відновлення до 13,2 тис. тонн у 2023 році [11].

**Висновок.** Аналіз статистичних показників викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Івано-Франківської області за 1990–2023 рр. показує, що основними забруднювачами залишаються діоксид вуглецю, сполуки сірки, тверді суспендовані частинки та оксиди азоту [5, 11]. Динаміка викидів свідчить про тісний зв'язок між економічною активністю регіону, впровадженням екологічно чистих технологій та рівнем забруднення [1]. Пандемія COVID-19 в 2020 році продемонструвала прямий вплив економічних обмежень на зменшення забруднення [5, 11, 12, 14]. Відновлення економіки після 2020 року супроводжувалося поступовим зростанням викидів, що підкреслює необхідність подальшого впровадження енергоефективних та екологічно безпечних технологій, а також підвищення ролі екологічної свідомості для забезпечення сталого розвитку та покращення якості атмосферного повітря у регіоні.

### Література

1. Адаменко, С., Архипова, Л. (2024). Дослідження закономірностей змін  $PM_{2.5}$  та  $PM_{10}$  в атмосферному повітрі Прикарпаття. Екологічна безпека та природокористування, 3 (51), 2024, 47–58.
2. Адаменко, Я., Акульшин О. (2011). Екологічний стан атмосферного повітря на території Івано-Франківської області. Науково-технічний журнал ІФНТУНГ, 1 (3), 4–16.
3. Гогунський, В. Д., Прокопович, І. В. (2016). Вплив забруднення атмосферного повітря на стан здоров'я населення. Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві, 2 (13), 241–251.
4. Григор'єва, Л. І., Алексеева, А. О., Макарова, О. В., Буровицька, Ю. М., Григор'єв К. В. (2023). Екологічний моніторинг стану атмосферного повітря за індикативними вимірюваннями. Екологічні науки, 2 (47), 137–141.
5. Екологічний паспорт Івано-Франківської області за 2023 рік. (2024). 172 с.
6. Зінько, Ю., Мальська, М., Іваник, М., & Благодир, С. (2014). Туризм у Карпатському регіоні: загрози для довкілля та способи сталого розвитку. Вісник Львівського університету. Серія географічна, 45, 443–451.
7. Кімакович, В., Мельниченко, Г. (2022). Гаметоцидність середовища у зонах техногенезу як маркер мутагенної напруги: методологічні аспекти (на прикладі ПРАТ «Івано-Франківськцемент»). Екологічні науки, 3 (42), 21–27.
8. Мельниченко, Г., Кімакович, В., Кириленко, О. (2020). Біоіндикаційна оцінка екологічного стану ґрунтової екосистеми Івано-Франківська за допомогою показників якості ґрунту деревних видів. Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки, 1, 5–13.
9. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. (2022). 514.
10. Петровська, М. М. (2014). Екологічна токсикологія: навчально-методичний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 116.
11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області за 2023 рік. (2024). 134.
12. Статистичний збірник Довкілля України за 2022 рік. (2023). Держстат. 225.
13. Яценко, Ю., Шевченко, О., Сніжко, С. (2018). Оцінка сучасного рівня та тенденцій забруднення атмосферного повітря міст України діоксидом азоту. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 3 (82), 87–95.
14. Melnychenko R., Mykityn T., Melnychenko H., Kozaruk R., Melnychenko V. (2024). Analysis of statistical indicators of pollutant emissions into the atmospheric air of Ivano-Frankivsk region. Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Biology, 11, 136–145.
15. Soroka, M., Bailiuk, Y., Amborsova, A., Amborsova, D., Tarasova., & Zelenko L., (2023). Забруднення атмосферного повітря: вплив на стан здоров'я населення. Громадська спілка «Досить трітій Кривий Ріг», 30.

*Грицевич А. І.**Навчально-науковий інститут права та гуманітарних наук  
Національного університету водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

## **РОЛЬ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ У РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ КЛІМАТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**

Державна кліматична політика України формує загальнонаціональні цілі зі скорочення викидів парникових газів та адаптації до наслідків зміни клімату. Однак справедливим буде зауважити, що практична реалізація більшості таких цілей відбувається на рівні територіальних громад. Саме органи місцевого самоврядування (далі – ОМС) приймають рішення щодо просторового планування, розвитку систем теплопостачання і транспорту, поводження з відходами, створення зелених зон і захисту водних об'єктів. Іншими словами мова йде про прийняття рішень, які безпосередньо впливають на інтенсивність викидів та кліматичну стійкість конкретних територій. Нормативно-правовою основою такого впливу виступають повноваження ОМС у сфері соціально-економічного розвитку і житлово-комунального господарства, закріплені в Законі України від 21.05.1997 № 280/97-ВР «Про місцеве самоврядування в Україні» (далі – Закон № 280/97-ВР) [6]; стратегічні орієнтири державної екологічної політики, визначені Законом України від 28.02.2019 № 2697-VIII «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» (далі – Закон № 2697-VIII) [7]; положення Закону України від 21.10.2021 № 1818-IX «Про енергетичну ефективність» (далі – Закон № 1818-IX), які конкретизують завдання щодо скорочення енергоспоживання та розвитку систем енергетичного менеджменту [2].

Відповідно до п. 1 ч. 1 ст. 27 Закону № 280/97-ВР виконавчі органи сільських, селищних і міських рад готують програми соціально-економічного і культурного розвитку відповідних адміністративно-територіальних одиниць. Відповідні програми, зокрема, мають охоплювати питання раціонального використання природних ресурсів, охорони навколишнього природного середовища та розвитку інженерної інфраструктури [6]. На думку автора, доцільним вбачається включення до таких програм цільових розділів щодо скорочення викидів парникових газів, підвищення енергоефективності будівель, розвитку громадського

транспорту та збільшення площі зелених насаджень. Таким чином національні кліматичні цілі визначатимуть конкретні місцеві завдання з визначеними виконавцями, показниками результативності та джерелами фінансування. Вдалим прикладом слугує Рівненська міська територіальна громада. 15 серпня 2025 року, Рівненська міська рада прийняла рішення № 6919 «Про затвердження Концепції NetZero для Рівненської міської територіальної громади до 2050 року», визначивши плани щодо досягнення кліматичної нейтральності [3]. Подібним чином на тій же сесії було прийнято рішення № 6921 «Про затвердження Програми реалізації проєкту CLIBUS «Злітна смуга до вуглецевої нейтральності – залучення бізнес-спільнот до кліматичних стратегій на 2025–2029 роки»» [4], № 6922 «Про затвердження Програми реалізації проєкту EUREKA «Обмін знаннями між європейськими містами щодо кліматичної нейтральності на 2025–2029 роки»» [5]. Відповідно на рівні громади спостерігається чіткий план щодо впровадження низки ініціатив, спрямованих на забезпечення кліматичної безпеки через досягнення кліматичної нейтральності (як складового елементу). Більше того, згаданий план супроводжується і прийняттям відповідних рішень та готовністю громади інвестувати кошти у суспільно важливі цілі.

Окремо варто зауважити, що відповідно до п.п. 1–3 ч. 1 ст. 30 Закону № 280/97-ВР виконавчі органи місцевих рад здійснюють управління об'єктами житлово-комунального господарства, організовують надання послуг з теплопостачання, водопостачання, водовідведення та освітлення вулиць, а також забезпечують організацію транспортного обслуговування населення [6]. Саме через згадані повноваження ОМС визначають технічні параметри модернізації котелень, теплових мереж, систем вуличного освітлення, оновлення рухомого складу громадського транспорту та розвитку маршрутної мережі. Таким чином відбувається безпосередній вплив на виконання державних зобов'язань України у сфері клімату.

Заслуговує згадки і Закон № 2697-VIII, який визначає принципи здійснення державної екологічної та кліматичної політики. Відповідно до розд. II Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2030 року, затверджених Законом № 2697-VIII, метою державної екологічної політики є досягнення доброго стану довкілля шляхом інтеграції екологічних пріоритетів у соціально-економічний розвиток та запровадження низьковуглецевої моделі розвитку економіки. Законом також передбачено запровадження інтегрованого екологічного управління, яке передбачає врахування екологічної

складової під час розроблення та затвердження документів державного планування [7]. Відповідно, ОМС зобов'язані оцінювати кліматичні наслідки планованої діяльності на своїй території, застосовувати процедури стратегічної екологічної оцінки до місцевих програм і планів, коригувати структуру землекористування, транспортну і промислову політику з урахуванням цілей щодо скорочення викидів та підвищення стійкості до наслідків зміни клімату.

Важливим елементом державної кліматичної політики слугує підвищення енергоефективності, що прямо впливає на обсяги викидів парникових газів від спалювання палива у житлово-комунальному секторі та бюджетних установах. Відповідно до ч. 2 ст. 12 Закону № 1818-IX Кабінету Міністрів України надано повноваження затвердити порядок впровадження систем енергетичного менеджменту, зокрема в бюджетних установах [2]. Реалізацією згаданої норми стало ухвалення постанови Кабінету Міністрів України від 23.12.2021 № 1460 «Про впровадження систем енергетичного менеджменту» (далі – Постанова № 1460), яка встановила вимоги до організації енергетичного менеджменту в бюджетних установах та визначила відповідальними за впровадження таких систем органи, у віданні яких перебувають відповідні установи [1]. З огляду на те, що значна частина будівель бюджетної сфери належить або передана в управління органам місцевого самоврядування, передбачається обов'язок органів місцевого самоврядування створювати муніципальні системи енергетичного менеджменту, забезпечувати облік і моніторинг енергоспоживання, формувати та реалізовувати плани енергоефективних заходів у будівлях комунальної власності.

Підсумовуючи, ОМС виступають важливим елементом реалізації державної кліматичної політики України, оскільки саме через їх повноваження загальнонаціональні кліматичні цілі набувають конкретних форм (місцеві програми розвитку, рішення у сфері житлово-комунального господарства і транспорту. Положення законодавства зобов'язують ОМС інтегрувати екологічні та кліматичні пріоритети у стратегічне і просторове планування, впроваджувати муніципальні системи енергетичного менеджменту та вимірюваного скорочення енергоспоживання в будівлях комунальної власності.

### Література

1. Про впровадження систем енергетичного менеджменту : Постанова Кабінета Міністрів України від 23.12.2021 р. № 1460 : станом на 13 березня 2025 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1460-2021-p#Text> (дата звернення: 16.11.2025).

2. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-IX : станом на 1 січня 2025 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text> (дата звернення: 16.11.2025).
3. Про затвердження Концепції NetZero для Рівненської міської територіальної громади до 2050 року : Рішення від 15.08.2025 р. № 6919. URL: <https://rivnerada.gov.ua/publicservicesapi/api/search-document/load-senate-document/29687/0/6919/15-08-2025> (дата звернення: 16.11.2025).
4. Про затвердження Програми реалізації проєкту CLIBUS «Злітна смуга до вуглецевої нейтральності – залучення бізнес-спільнот до кліматичних стратегій на 2025–2029 роки» : Рішення від 15.08.2025 р. № 6921. URL: <https://rivnerada.gov.ua/publicservicesapi/api/search-document/load-senate-document/29706/0/6921/15-08-2025> (дата звернення: 16.11.2025).
5. Про затвердження Програми реалізації проєкту EUREKA «Обмін знаннями між європейськими містами щодо кліматичної нейтральності на 2025–2029 роки» : Рішення від 15.08.2025 № 6922. URL: <https://rivnerada.gov.ua/publicservicesapi/api/search-document/load-senate-document/29708/0/6922/15-08-2025> (дата звернення: 16.11.2025).
6. Про місцеве самоврядування в Україні : Закон України від 21.05.1997 р. № 280/97-ВР : станом на 31 жовтня 2025 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-вр#Text> (дата звернення: 16.11.2025).
7. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 16.11.2025).

**Гузій Н. В., Бреус Д. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД**

Вагомий внесок у вивчення хімічного складу вод річки Інгулець зробили науковці Київського національного університету імені Тараса Шевченка – Горєв Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К., Руденко Р. В., Медвідь В. М., Кравчинський Р. Л. та інші. Частина наявних досліджень якості поверхневих вод річки Інгулець має обмежений характер, оскільки базуються лише на окремих методиках оцінювання [1] або на даних, отриманих у попередні роки (до 2015 р.) [2]. Водночас значного розвитку сучасні підходи до комплексного аналізу стану поверхневих вод набули завдяки роботам українських учених

Клименка М. О. [6], Приходька В. Ю. [3], Ліхо О. А., Бондарчук І. А. [4], Тімченко З. В. [5] та інших дослідників.

Комплексна оцінка якості вод застосовується для визначення тенденцій просторово-часових змін екологічного стану водних об'єктів під впливом природних і техногенних процесів. Вона також дає змогу порівнювати рівень забруднення різних водних систем за єдиними критеріями. Ефективним підходом до встановлення якості води є порівняльний аналіз, що базується на різних методиках інтегральної оцінки, запропонованих фахівцями Одеського державного екологічного університету – Юрасовим С. М., Сафрановим Т. А., Чугай А. В., Кур'яною С. О. та Юрасовим М. С. [7].

Інтегральні індекси, що використовуються під час оцінювання, обчислюються як за всіма гідрохімічними показниками, так і за їх окремими групами. Ці індекси відображають загальний стан водного середовища, проте часткова інформація про окремі показники при цьому узагальнюється. Процедура комплексної оцінки включає два основні етапи: спочатку здійснюється розрахунок числового значення індексу, після чого за відповідною шкалою якості формується словесна характеристика води. Отримана оцінка виражається у декількох балах, що дозволяє визначити рівень чистоти чи забруднення водного об'єкта.

Індекс забруднення води (ІЗВ) розраховується за формулою [7]:

$$\text{ІЗВ} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ГДК}_i}, \quad (1)$$

де  $\text{ГДК}_i$  – гранично допустима концентрація хімічного компоненту;

$C_i$  – фактична концентрація хімічного компоненту;

6 – кількість інгредієнтів.

Отже, під час обчислення індексу забруднення води (ІЗВ) необхідно враховувати шість показників, серед яких обов'язковими є: розчинений кисень, біохімічне споживання кисню ( $\text{БСК}_5$ ), іони амонію ( $\text{NH}_4^+$ ), нітриди ( $\text{NO}_2^-$ ), нафтопродукти (НП) та феноли ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ).

На відміну від інших показників, для розчиненого кисню у формулі розрахунку ІЗВ використовується обернене співвідношення – нормативне значення ( $\text{ГДК}_i$ ), поділене на фактичну концентрацію ( $C_i$ ). Це дозволяє коректно враховувати дефіцит кисню у воді. Критерії оцінювання якості вод за ІЗВ наведені у таблиці 1.

До І класу належать води, на які антропогенне навантаження має мінімальний вплив; їхні гідрохімічні та гідробіологічні показники максимально наближені до природних умов даного регіону.

Таблиця 1

**Критерії оцінки якості вод за індексом забруднення води (ІЗВ) [7]**

| Клас якості води | Характеристика класу | Значення індексу забруднення води |
|------------------|----------------------|-----------------------------------|
| I                | Дуже чиста           | $\leq 0,3$                        |
| II               | Чиста                | 0,31–1,0                          |
| III              | Помірно забруднена   | 1,01–2,5                          |
| IV               | Забруднена           | 2,51–4,0                          |
| V                | Брудна               | 4,01–6,0                          |
| VI               | Дуже брудна          | 6,01–10,0                         |
| VII              | Надзвичайно брудна   | $> 10,0$                          |

II клас характеризується незначними відхиленнями від природних параметрів, що не порушують екологічної рівноваги. До III класу відносять води, які зазнають помітного антропогенного впливу, наближеного до межі екологічної стійкості водної екосистеми. IV–VII класи відображають води із суттєво порушеними екологічними властивостями, для яких стан водного середовища розцінюється як екологічний регрес.

Модифікований індекс забруднення води (ІЗВ<sub>м</sub>) [7] також визначається за шістьма показниками, з яких біохімічне споживання кисню (БСК<sub>5</sub>) та розчинений кисень (O<sub>2</sub>) є обов'язковими. Решта чотирьох показників відбирається з переліку речовин із найбільшими відношеннями фактичних концентрацій до гранично допустимих (C<sub>i</sub>/ГДК<sub>i</sub>). До таких можуть належати: сульфати (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), хлориди (Cl<sup>-</sup>), хімічне споживання кисню (ХСК), амоній (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), нітрати (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), фосфати (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), залізо загальне (Fe<sub>0</sub>бш), марганець (Mn<sup>2+</sup>), мідь (Cu<sup>2+</sup>), цинк (Zn<sup>2+</sup>), хром (Cr<sup>6+</sup>), нікель (Ni<sup>3+</sup>), алюміній (Al<sup>3+</sup>), свинець (Pb<sup>2+</sup>), ртуть (Hg<sup>2+</sup>), миш'як (As<sup>3+</sup>), нафтопродукти (НП) та синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР).

Згідно з удосконаленими методиками [7], оцінювання якості води на основі комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) проводиться у кілька етапів:

- Визначення характеру забруднення за величиною умовного коефіцієнта комплексності.
- Встановлення рівня та класу якості води відповідно до значення КІЗ.
- Визначення пріоритетних забруднювачів шляхом аналізу кількості та складу лімітуючих показників.

– Проведення диференційованої оцінки лімітуючих речовин, що мають найістотніший вплив на екологічний стан водного об'єкта.

Таким чином, використання комбінаторного підходу забезпечує більш повне уявлення про ступінь забруднення, характер антропогенного впливу та екологічну безпеку водного середовища.

Умовний коефіцієнт комплексності визначається за формулою:

$$K_{\%} = \frac{m'}{m} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $m'$  – кількість речовин, вміст яких перевищує ГДК;

$m$  – загальне число нормативних інгредієнтів, що визначені програмою досліджень.

Якщо  $K < 10\%$ , проводиться обстеження за окремими забруднювальними речовинами. У цьому випадку визначаються максимальні концентрації забруднювачів у воді та ступінь перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК), із зазначенням рівнів: 1ГДК, 10ГДК або 100ГДК, залежно від масштабу забруднення.

Коли ж  $K \geq 10\%$ , застосовується триступенева класифікація стану водного середовища.

На першому етапі цієї класифікації визначається ступінь стійкості забруднення, який оцінюється за показником повторюваності ( $P$ ) випадків перевищення встановлених нормативів (ГДК). Цей показник дає змогу кількісно охарактеризувати сталість забруднення у часі та простежити тенденції його зміни в межах водного об'єкта.

$$P_i = \frac{N_{\text{ГДК}_i}}{N_i}, \quad (3)$$

де  $N_{\text{ГДК}_i}$  – кількість результатів аналізів, у яких концентрація  $i$ -го інгредієнта перевищує його гранично допустиму концентрацію (ГДК);

$N_i$  – загальна кількість отриманих результатів аналізів для  $i$ -го інгредієнта.

Другий етап класифікації базується на визначенні рівня забруднення водного середовища, показником якого є кратність ( $K$ ) перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК). Цей коефіцієнт відображає ступінь інтенсивності забруднення певною речовиною та розраховується як відношення середнього або максимального фактичного значення концентрації домішки у воді до встановленого нормативу ГДК. Чим вищим є значення коефіцієнта  $K$ , тим більш небезпечним для екосистеми вважається рівень забруднення.

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ГДК}_i}, \quad (4)$$

де  $C_i$  – концентрація інгредієнта у ґрунті;

ГДК<sub>*i*</sub> – його гранично допустима концентрація.

Оціночні бали для класифікації якості води визначаються відповідно до таблиць 2 і 3.

Під час визначення першого та другого ступенів класифікації для кожного з досліджуваних інгредієнтів обчислюються узагальнені оцінки якості води, які встановлюються за таблицею 4.

Таблиця 2

#### Класифікація водних об'єктів за повторюваністю забруднення

| Повторюваність,<br>% | Характеристика<br>забруднення води | Часткові оціночні бали |                       |
|----------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                      |                                    | Виражені<br>умовно     | Абсолютні<br>значення |
| 0–10                 | одиничне                           | <i>a</i>               | 0–10                  |
| 10–30                | нестійке                           | <i>b</i>               | 10–30                 |
| 30–50                | стійке                             | <i>c</i>               | 30–50                 |
| 50–100               | характерне                         | <i>d</i>               | 50–100                |

Таблиця 3

#### Класифікація водних об'єктів за кратністю перевищення нормативів

| Кратність перевищення нормативів | Характеристика<br>забруднення води | Часткові оціночні бали |                       |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|
|                                  |                                    | виражені<br>умовно     | абсолютні<br>значення |
| 0–2                              | низький                            | <i>a<sub>i</sub></i>   | 0–10                  |
| 2–10                             | середній                           | <i>b<sub>i</sub></i>   | 10–30                 |
| 10–50                            | високий                            | <i>c<sub>i</sub></i>   | 30–50                 |
| 50–100                           | дуже високий                       | <i>d<sub>i</sub></i>   | 50–100                |

На третьому, заключному етапі класифікації здійснюється розрахунок комбінаторного індексу забруднення (КІЗ). Його визначають шляхом підсумовування узагальнених оціночних балів ( $S_i$ ), отриманих за всіма  $n$  досліджуваними показниками:

$$\text{КІЗ} = \sum_{i=1}^n S_i. \quad (5)$$

Таблиця 4

## Оцінка стану вод водних об'єктів за окремими показниками

| Комплексна характеристика стану забруднення води водних об'єктів | Загальні оціночні бали |                    | Характеристика якості води водних об'єктів |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------------------------|
|                                                                  | Виражені умовно        | Абсолютні значення |                                            |
| Одинична забрудненість                                           |                        |                    |                                            |
| низького рівня                                                   | $a \cdot a_1$          | 1                  | слабо забруднена                           |
| середнього рівня                                                 | $a \cdot b_1$          | 2                  | забруднена                                 |
| високого рівня                                                   | $a \cdot c_1$          | 3                  | брудна                                     |
| дуже високого рівня                                              | $a \cdot d_1$          | 4                  | брудна                                     |
| Нестійка забрудненість                                           |                        |                    |                                            |
| низького рівня                                                   | $b \cdot a_1$          | 2                  | забруднена                                 |
| середнього рівня                                                 | $b \cdot b_1$          | 4                  | брудна                                     |
| високого рівня                                                   | $b \cdot c_1$          | 6                  | дуже брудна                                |
| дуже високого рівня                                              | $b \cdot d_1$          | 8                  | дуже брудна                                |
| Стійка забрудненість                                             |                        |                    |                                            |
| низького рівня                                                   | $c \cdot a_1$          | 3                  | брудна                                     |
| середнього рівня                                                 | $c \cdot b_1$          | 6                  | дуже брудна                                |
| високого рівня                                                   | $c \cdot c_1$          | 9                  | дуже брудна                                |
| дуже високого рівня                                              | $c \cdot d_1$          | 12                 | неприпустимо брудна                        |
| Характерна забрудненість                                         |                        |                    |                                            |
| низького рівня                                                   | $d \cdot a_1$          | 4                  | брудна                                     |
| середнього рівня                                                 | $d \cdot b_1$          | 8                  | дуже брудна                                |
| високого рівня                                                   | $d \cdot c_1$          | 12                 | неприпустимо брудна                        |
| дуже високого рівня                                              | $d \cdot d_1$          | 16                 | неприпустимо брудна                        |

До ЛПЗ належить будь-який показник, для якого узагальнений оціночний бал ( $S_i$ ) перевищує або дорівнює 12. Такі показники свідчать про наявність у водному об'єкті найбільш небезпечних забруднювальних речовин, які формують основний внесок у загальний рівень погіршення якості води та визначають її належність до певного класу екологічного стану.

Класифікація якості води здійснюється залежно від отриманого значення комбінаторного індексу забруднення (КІЗ) та кількості лімітуючих показників забруднення (ЛПЗ), що визначаються за даними таблиці 5.

Таблиця 5

**Класифікація якості води водних об'єктів  
за значеннями КІЗ та ЛПЗ**

| Клас якості води | Розряд класу якості | Характеристика забрудненості води | Величина КІЗ з урахуванням ЛПЗ |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  |                     |                                   | Без ЛПЗ                        | 1ЛПЗ<br>(k=0,9) | 2ЛПЗ<br>(k=0,8) | 3ЛПЗ<br>(k=0,7) | 4ЛПЗ<br>(k=0,6) | 5ЛПЗ<br>(k=0,5) |
|                  |                     | Слабо-забруднена                  | 1n                             | 0,9n            | 0,8n            | 0,7n            | 0,6n            | 0,5n            |
|                  |                     | Забруднена                        | 1n·2n                          | 0,9n·1,8n       | 0,8n·1,6n       | 0,7n·1,4n       | 0,6n·1,2n       | 0,5n·1,0n       |
|                  |                     | Брудна                            | 2n·4n                          | 1,8n·3,6n       | 1,6n·3,2n       | 1,4n·2,8n       | 1,2n·2,4n       | 1,0n·2,0n       |
|                  |                     | Брудна                            | 2n·3n                          | 1,8n·2,7n       | 1,6n·2,4n       | 1,4n·2,1n       | 1,2n·1,8n       | 1,0n·1,5n       |
|                  |                     | Брудна                            | 3n·4n                          | 2,7n·3,6n       | 2,4n·3,2n       | 2,1n·2,8n       | 1,8n·2,4n       | 1,0n·2,0n       |
|                  |                     | Дуже брудна                       | 4n·6n                          | 3,6n·5,4n       | 3,2n·4,8n       | 2,8n·4,2n       | 2,4n·3,6n       | 2,0n·3,0n       |
|                  |                     | Дуже брудна                       | 6n·8n                          | 5,4n·7,2n       | 4,8n·6,4n       | 4,2n·5,6n       | 3,6n·4,8n       | 3,0n·4,0n       |
|                  |                     | Дуже брудна                       | 8n·10n                         | 7,2n·9,0n       | 6,4n·8,0n       | 5,6n·7,0n       | 4,8n·6,0n       | 4,0n·5,0n       |
|                  |                     | Дуже брудна                       | 10n·11n                        | 9,0n·9,9n       | 8,0n·8,8n       | 7,0n·7,7n       | 6,0n·6,6n       | 5,0n·5,5n       |

Висновок. Комплексні методики оцінки якості вод використовуються для визначення динаміки просторово-часових змін стану водного середовища під дією природних і техногенних факторів, а також для порівняльного аналізу різних водних систем. Найбільш ефективним підходом є паралельне використання кількох методів комплексної оцінки.

### Література

1. Перевозчиков І. М., Савицький В. М. Гідрохімічний режим та якість води річки Інгулець. Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія / за ред. д. геогр. н. В. К. Хільчевського ; Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ, 2013. Т. 1 (28). С. 76–82.
2. Харитонов М. М., Анісімова Л. Б. Екологічна оцінка якості поверхневих вод басейну річки Дніпро у Дніпропетровській області. *Екологія і природокористування*. 2013. Випуск 17. С. 75–85.
3. Приходько В. Ю. Характеристика екологічного стану та оцінка якості води нижньої частини Дністровського лиману. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2013. № 13. С. 155–161.

4. Ліхо О. А. Удосконалення методики оцінки екологічного басейнів стану малих річок : збірник матеріалів II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. URL: <http://eco.com.ua/>
5. Тімченко З. В. Водні ресурси і екологічний стан малих річок Криму. Сімферополь : Доля, 2002. 152 с.
6. Клименко М. О. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. *Наукові доповіді НУБіП*. 2012. № 8 (30). URL: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012\\_1/12](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_1/12)
7. Юрасов С. М., Кур'янова С. О., Юрасов М. С. Комплексна оцінка якості вод за різними методиками та шляхи її вдосконалення. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 42–53.

**Деркач В. В., Гоголь Р. В.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДКОВОГО МАТЕРІАЛУ *CRYPTOMERIA JAPONICA* (L. F.) D. DON В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Необхідність впровадження нових видів деревних рослин в озеленення зумовлена потребою підвищення стійкості та естетичної виразності зелених насаджень в умовах змін клімату та антропогенного навантаження [1]. Нові види дозволяють урізноманітнити дендрологічний асортимент, забезпечити біорізноманіття та адаптацію зелених насаджень до екстремальних екологічних чинників – посухи, підвищеної температури, забруднення повітря тощо. Вирощування в розсадниках екзотичних рослин має важливе значення для проведення інтродукційних досліджень, оцінки їх життєдіяльності, стійкості та декоративних властивостей у конкретних кліматичних умовах [2]. Екзоти збагачують флористичний склад міських насаджень і сприяють створенню унікальних ландшафтних композицій.

Особливу увагу останніми десятиліттями приділяють представникам родини Кипарисові *Cupressaceae* підродини *Taxodioideae*. Одним з таких видів є *Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don. Цей вид характеризується високою декоративністю, швидким ростом, довговічністю та відносною стійкістю до несприятливих умов середовища. В умовах півдня України, де спостерігається посушливий клімат і високі літні температури, криптомерія демонструє високу акліматизацію, особливо в зволжених або зрошуваних місцях.

Вирощування *Cryptomeria japonica* у розсадниках України поки що має обмежений характер, переважно зосереджений у ботанічних садах, науково-дослідних станціях і спеціалізованих дендраріях. Проте тенденція до розширення його використання в озелененні зростає, оскільки відповідає сучасним вимогам до стійких, екологічно цінних і декоративних рослин. Таким чином, упровадження нових та екзотичних деревних рослин, зокрема представників родини, є перспективним напрямом підвищення ефективності озеленення в умовах південного регіону.

В умовах розсадників криптомерію вирощують на легких за текстурою субстратах з хорошим дренажем. Ґрунтова суміш може включати дерновий ґрунт, перегній, піщаний компонент або перліт. У контейнерному вирощуванні бажано забезпечити достатню глибину на кореневий розвиток. Полив повинен бути регулярним особливо в період активного росту.

Розмноження криптомерії з насіння має переваги з точки зору генетичної варіабельності, адаптивності нових рослин і більшої життєздатності культури. Важливо вибрати здорові, сортові материнські рослини або насіння із доведеною якістю. Насіння криптомерії потребує попередньої стратифікації: наприклад, замочування, потім зберігання у вологому субстраті при низькій температурі (2–5 °C) протягом 10–14 днів для підвищення схожості [3]. У посіві рекомендують поверхневий чи легкий загортання, температура ґрунту близько +20 °C для проростання, час до проростання 2–4 тижні. Проте вирощування з насіння має недоліки: енергія проростання може бути низькою, однорідність сортових ознак не гарантується, тривалий цикл вирощування.

Вегетативне розмноження криптомерії шляхом живцювання дає змогу отримати клональні саджанці із збереженням сортових ознак (кольору хвої, форми крони тощо) та швидше отримати саджанці необхідного віку. Наприклад, рекомендації від Royal Horticultural Society (RHS) [4] містять пропагування живців пізнім літом або на початку осені.

В науковому дослідженні Шибуйя Т. зі співавторами “Adventitious root formation of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) cuttings...” [5] показано, що стимулювання укорінення живців здійснюється через замочування базальної частини в теплій воді та охолодження апікальної частини. Оптимальними умовами для вкорінення є замочування живців при температурі 10–35 °C, при температурі повітря 5–10 °C [5]. Також зазначено, що багаторазове вегетативне розмноження може призвести до зниження енергії росту, є ризик накопичення виродження при

багаторазовому використанні одного клоніального матеріалу. Тому для масового розмноження у розсадниках часто доцільно використовувати живцювання, але уважно стежити за якістю вихідного матеріалу.

Таким чином, в розсадничій практиці, особливо коли потрібно вирощувати сортові форми (наприклад, з декоративною хвоєю чи компактною формою), перевагу часто віддають живцюванню. Для екологічно-адаптивних насаджень або відновлення використовують насіння.

Після укорінення живців або проростання сіянців з насіння саджанці рекомендовано висаджувати в контейнери. Полив регулярний, захист від пересихання. В зоні півдня України слід звернути увагу на незначне промерзання ґрунту, сильні вітри, літню посуху.

У розсаднику важливо виростити саджанці криптомерії до певного віку, забезпечивши достатній розвиток кореневої системи та здеревіння стовбура перед переведенням у відкритий ґрунт. Пересаджування здійснюється у фазі спокою або ранньою весною. Для півдня України посадку рекомендовано здійснювати з листопада по квітень, залежно від місцевих кліматичних умов. Розсадники повинні забезпечити захист молодих рослин від морозів, пересихання та ожогів. Молоді екземпляри чутливі до сильних зимових морозів, тоді як старші стають більш морозостійкими. Важлива також підготовка до зимівлі: мульчування, зменшення поливу, внесення калійно-фосфорних підживлень.

Перед висадкою в ґрунт рослини в розсаднику повинні мати достатню висоту і сформовану кореневу систему. Молоді рослини бажано акліматизувати, забезпечити вентиляцію, зменшити полив перед висадкою.

Молоді екземпляри повинні бути захищеними перші кілька зим, оскільки вони ще мають обмежену морозостійкість. В Україні доцільно враховувати можливі відлиги та багатократне промерзання через пізновесняні заморозки.

Вирощування криптомерії японської в розсадниках є достатньо перспективним для декоративного озеленення, зокрема в умовах півдня України, за умови правильного вибору методики розмноження та догляду. Усі етапи – від відбору генетичного матеріалу, підготовки субстрату, стратифікації насіння чи живцювання, догляду за саджанцями та висадки – мають бути адаптовані до місцевих кліматичних умов (зокрема, посухи, зимових морозів, дренажу) півдня України. Розсадники, які орієнтуються на якісну продукцію криптомерії, повинні впроваджувати стандарти вирощування, укорінення, акліматизації та підготовки до продажу саджанців.

### Література

1. Бойко Т. О., Мотузна О. Є. Перспективи використання *Ginkgo biloba* L. в озелененні Херсонщини. *Editorial board, Science, practice and theory : the IV International Scientific and Practical Conference*. 2022. С. 18–21.
2. Бойко Т. О., Зубач В., Коршак А. Особливості вирощування та догляду за видами роду *Juniperus* L. *Наукове забезпечення раціонального використання природних ресурсів акваторій та територій степової зони України* : науково-практична конференція викладачів, молодих вчених та студентів, 2018 р. / редкол.: Ю. М. Воліченко ; ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». Херсон : 2018, С. 95–98.
3. Fukasawa, Y. Regeneration of *Cryptomeria japonica* seedlings on pine logs. *Journal of Forest Research*. 2017. Vol. 22 (6). 375–379. DOI: <https://doi.org/10.1080/13416979.2017.1380398>
4. *Cryptomeria japonica*. URL: <https://www.rhs.org.uk/plants/5015/cryptomeria-japonica/details> (дата звернення 16.11.2025)
5. Shibuya T., Taniguchi T., Tsukuda Sh., Shiozaki Sh., Itagaki K. Adventitious root formation of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) cuttings is stimulated by soaking basal portion of cuttings in warmed water while cooling their apical portion. *New Forests*. 2014. № 45. P. 589–602. 10.1007/s11056-014-9414-z.

**Журавський О. С., Алмашова В. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ

Війна наносить ґрунтам України шкоду, яка матиме довготривалий характер. Велика територія земель буде непридатною для використання в через величезну кількість вирв, тонн металобрухту і сміття, забруднення важкими металами та хімічними речовинами. Забруднений ґрунт можна поступово відновити, висіваючи культури, які мають високий винос забруднювача і бажано значну біомасу. Наприклад, бобові виносять із ґрунту багато свинцю, кадмію, міді та цинку та можуть використовуватися для фітореMediaції ґрунтового середовища, бо після збирання врожаю ще й збагачують ґрунти азотом. Тому на сьогодні надзвичайно актуальним завданням у післявоєнний час відновлення та покращення якісного складу ґрунтів півдня України.

Гостру тривогу викликає безупинне падіння родючості ґрунтів, яке спричинене військовими діями на території нашої країни. Нажаль вибухові снаряди призвели до порушення поверхневого шару земель на території бойових дій, чим забруднили хімічними сполуками та важкими металами ґрунтове середовище. Виникли серйозні проблеми з поповненням біоенергетичного потенціалу ґрунтів. Сумарні втрати в світі гумусу з ґрунтів і без того до повномасштабного вторгнення щороку становило 32 млн т, а еколого-економічні збитки через перевищували 9,1 млрд грн. Тому важливо звернути увагу вже сьогодні на цю проблему і з допомогою сучасних біологічних технологій рекультивації земель в майбутньому збільшити посівні площі рослин здатних до фіторе mediaції, щоб відновити ґрунтове середовище та покращити їх стан.

Вивчення стану порушених земель України показує, що темпи їх деградації посилюються. Вміст гумусу в грантах України за останні 30 років знизився в середньому на 20 %, порівняно із радянськими часами, коли через високу кількість перегною не було дефіциту по його внесенню на поля. Зниження потенційної родючості ґрунтів та скорочення в меліоративних заходах, величезні масштаби деградації ґрунтів – все це зумовлює недобір 10 млн т якісної рослинної продукції в перерахунку на зерно. Родючість ґрунтів зберігається і покращується лише у випадку меліоративних систем дій, що покращують їх біологічну активність та безпосередньо забезпечують потрібний баланс поживних речовин, необхідний для повноцінного росту та розвитку рослин.

Порівнюючи тенденції розвитку використання земель у світі та безпосередньо в Україні, слід зазначити дві протилежні тенденції. В цілому світі ідуть наступні процеси: території земель, придатних для життя, перенаселяються людьми, повітря і вода при цьому стають дефіцитними, зростає навантаження на родючі ґрунти.

У процесі технології фіторе mediaції для відновлення та стабілізації родючості пошкоджених військовими діями ґрунтів на території Степу України одним із заходів (на нашу думку) є збільшення посівних площ під вирощування зернобобових культур. За останніми дослідженнями, бобові культури (завдяки потужній кореневій системі та азотфіксуючим бактеріям) позитивно впливають на процес накопичення у ґрунті гумусу та збільшують його майже вдвічі. Також, при використанні у сівозміні бобових та зернобобових культур поліпшуються структурний склад ґрунтів та накопичується до 150–200 кг/га біологічного азоту.

Для вирішення проблеми покращення ґрунтів та стабілізації їх родючості першочергово слід звернути увагу на збільшення біологічного

азоту в ґрунті. Використання симбіотичних, а також живучих вільно симбіотичних азотофіксуючих бактерій, треба лише при всебічному пізнанні факторів, які визначають інтенсивність фіксації атмосферного азоту, чому і були присвячені наші дослідження.

Існує два способи ймовірного накопичення біологічного азоту в ґрунтовому середовищі: введення в сівозміну більшої частки бобових і дотримання агротехнологічних умов, що забезпечують максимальну азотофіксуючу активність бактерій.

Стосовно появи бульбочкових бактерій в середині кореневої системи рослини є декілька версій, які досліджували протягом кількох десятиліть. Ряд авторів переконують, що таке проникнення трапляється через пошкоджені епідермальні шляхи на тканині. А от інші вважають, що вони проникають у саме коріння з допомогою корневих волосків. Серед відомих методів відновлення якості ґрунту, використання фітореMediaції, визнане перспективним методом відновлення властивостей та екологічної функціональності ґрунту. Цей напрям постійно розвивається та поєднує у собі різноманітні методи. Один з таких методів – фітостабілізація, що передбачає іммобілізацію забруднювачів за допомогою коренів рослин, часточок ґрунту чи осадження в прикореневій зоні. Це сприяє перетворенню політантів у нерозчинні, малорухомі форми та їх утриманню в цьому стані завдяки сполукам, виділеним кореневою системою рослин. Цей процес запобігає переміщенню забруднювачів в ґрунт, ґрунтові води чи повітря, сприяє зменшенню ерозії, виносу та вилугування, а також сприяє відновленню екосистем та біорозмаїття.

Інший метод, фітоекстракція, включає поглинання забруднювачів кореневою системою рослин та їх транспортування у надземні органи. Надземні частини рослин після завершення вегетації піддаються переробці. Цей метод застосовується для очищення ґрунтів і водойм, забруднених важкими металами та радіонуклідами.

До інших популярних і не менш корисних методів фітореMediaції відносять: фітостимуляція, фітодеградація, фітотрансформація, фітовипаровування, ризофільтрація та ризодеградація. Вони всі спрямовані на розкладання та ефективне вилучення забруднювачів з ґрунту. З самого початку, концепція фітореMediaції, як засобу для очищення, виникла з метою ліквідації забруднення важкими металами. Дослідження показали, що різні види рослин мають не лише здатність витримувати наявність важких металів, таких як свинець, цинк, ртуть, але й можуть поглинати та нагромаджувати значну кількість їхніх іонів.

Ще однією перспективною дослідницькою діяльністю, яка вже показала свою ефективність та має великий потенціал розвитку, є використання рослин для очищення вуглеводневих забруднень, таких як нафта та нафтопродукти. На даний момент технології фітореMediaції можуть базуватися на різних методологічних підходах. Ефективність процесу очищення зазвичай досягається, коли рослина поєднує здатність до фітовипару та фітодеградації. Це дозволяє виводити у повітря лише безпечні продукти розкладу нафтопродуктів.

Отже, для відновлення та стабілізації родючості ґрунтів, які постраждали від бойових дій на території Степу України, слід збільшити частку посівних посівів під вирощування зернобобових, тому що після їх збирання вміст гумусу в грантовому середовищі збільшується.

#### Література

1. Алмашова В. С., Семен О. Т., Онищенко С. О. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого із застосуванням біологічного стимулятора росту ризоторфін. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2020. С. 3–6.
2. Боднар О. В. Перспективи збільшення доданої вартості на ринку соєвих бобів і продуктів їх переробки в Україні. *Економіка АПК*. 2015. № 3. С. 51–60.
3. Вожегова Р. Енергетична та економічна ефективність вирощування сої за різних способів обробітку ґрунту на зрошуваних землях Півдня України / Р. Вожегова, В. Найдюнова, В. Малярчук. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 1. С. 26–28.
4. Гамаюнова В. В., Алмашова В. С., Онищенко С. О. Агробіологічне обґрунтування технології вирощування гороху овочевого в умовах півдня України: монографія. Херсон : Айлант, 2017. 183 с.

*Забіяка А. І.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

#### АНАЛІЗ ОРНІТОКОМПЛЕКСІВ ЯК ЕЛЕМЕНТІВ БІОГЕОЦЕНОЗІВ

Орнітологічні комплекси відіграють важливу роль у функціонуванні екосистем, оскільки птахи є невід’ємними компонентами біогеоценозів, що беруть участь у регуляції чисельності безхребетних, поширенні

насіння та підтриманні екологічної рівноваги [1]. В умовах антропогенного навантаження та зміни ландшафтів вивчення структури, динаміки та ролі орнітологічних комплексів набуває особливої наукової і практичної значущості.

Актуальність теми зумовлена сегментацією середовищ існування більшої частини видів тварин і рослин, що є наслідком трансформації ландшафтів [2]. Це становить серйозну загрозу для окремих видів і популяцій. В екосистемах степових регіонів, які активно використовуються людиною у господарських цілях, відбулися значні зміни та перебудови, що суттєво вплинули на біорізноманіття цих територій [2, 3].

**Мета дослідження** – визначення ролі орнітологічних комплексів у підтриманні біорізноманіття регіонів.

**Склад і функції орнітологічних комплексів.** До орнітофауни південних регіонів України належить 330 видів птахів, з яких 170 видів гніздяться на території нашої держави [3]. Протягом року формуються орнітологічні комплекси, які належать до складу біогеоценозів і є елементами надвидового рівня [2, 4]. Орнітологічний комплекс являє собою складну біосистему, головними елементами якої є різні види птахів, що об'єднуються у соціальні групи різного рівня та формують екологічні компоненти, пов'язані прямими й непрямыми зв'язками – внутрішньовидовими, міжвидовими, консортивними та міжбіоценотичними [5].

**Зміни ландшафтів та антропогенний вплив.** Орнітологічні комплекси є важливими складовими зооценозів, які входять до структури біогеоценозів і становлять відкриті надвидові біосистеми [4]. Трансформації ландшафтів у південній Україні, що спостерігаються з 60-х років ХХ століття, спричинили появу нових негативних факторів для життєдіяльності птахів [6]. Суттєву небезпеку для них і їхніх місць гніздування становлять лінії електропередач і вітрові електростанції [7]. Водночас для значної кількості видів птахів ці об'єкти виконують функцію місць гніздування, що свідчить про адаптацію тварин до нових умов існування [1].

**Особливості формування тимчасових орнітокомплексів.** У ландшафтах також спостерігається формування тимчасових орнітокомплексів, зокрема у періоди післягніздових кочівель, міграцій та зимівлі [8]. Найбільшим біологічним різноманіттям характеризуються орнітокомплекси дельт великих річок півдня, лісів природного та штучного походження, а також урбанізованих територій [4].

Необхідними є цілеспрямовані дослідження головних компонентів екологічної мережі та визначення їхньої ролі у збереженні біорізноманіття. Важливе значення має аналіз структури й динаміки формування

орнітологічних комплексів [3]. Потрібне впровадження ефективних заходів, спрямованих на підвищення екологічної безпеки об'єктів господарської діяльності з урахуванням пріоритетності збереження рослинного і тваринного світу [2]. Структурні та функціональні зв'язки в орнітологічних комплексах формуються на основі внутрішньовидових і міжвидових взаємодій. Усі типи орнітокомплексів характеризуються специфічно-топічними, трофічними, фабричними та форичними зв'язками, які забезпечують їхню стабільність, адаптивність і цілісність у складі біогеоценозів [5, 6].

Висновки. Таким чином, збереження й відновлення орнітологічних комплексів південної України мають стати одним із пріоритетних напрямів екологічної політики та природоохоронних заходів [4]. Комплексне вивчення міжвидових зв'язків, умов довкілля й антропогенного впливу дає змогу розробляти науково обґрунтовані рекомендації для підтримання сталості екосистем і збереження біологічного різноманіття територій [3].

#### Література

1. Бучко В. В. Оцінка стану орнітокомплексів у контексті збереження біорізноманіття (на прикладі Галицького НПП). *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Біологія»*. 2008. Вип. 23. С. 26–32.
2. Сенік М. А. Видове різноманіття лучних орнітокомплексів Західного регіону України. *Зоологічні дослідження*. 2005 (2004). С. 27.
3. Пісоцька В. В. Структурно-функціональне значення захисних лісосмуг у формуванні орнітокомплексів північно-східної України : дисертація на здобуття ступеня доктора філософії. 2022. С. 7.
4. Волонцевич О. О. Роль об'єктів природно-заповідного фонду міста Харкова у збереженні місцевих орнітокомплексів. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2023. С. 18.
5. Корогода Н. П. Оцінка ефективності зелених зон у збереженні біорізноманіття (на прикладі міських ландшафтів Києва). *Landscape Science*. № 5 (1). 2024. С. 56–66.
6. Waliczky Z., Fishpool L. D. C., Butchart S. H. M. та ін. Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs): their impact on conservation policy, advocacy and action. *Bird Conservation International*. 2019. Vol. 29. Issue 2. P. 177–198.
7. Martín-García J., Barbaro L., Diez J. J., Jactel H. Contribution of poplar plantations to bird conservation in riparian landscapes. *Silva Fennica*. 2013. Vol. 47. № 4. P. 34.
8. Rodríguez-Pérez J., Herrera J. M., Arizaga J. Mature non-native plantations complement native forests in bird communities: canopy and understory effects on avian habitat preferences. *Forestry: An International Journal of Forest Research*. April 2018. Vol. 91. Issue 2. P. 177–184.

*Запорожан С. Р.**Херсонський державний аграрно-економічний університет**м. Херсон, Україна*

## **ЗНАЧЕННЯ ЗООГЕННОГО ОПАДУ У ФУНКЦІОНУВАННІ ЕКОСИСТЕМ**

Зоогенний опад є важливим компонентом кругообігу речовин у природних екосистемах, який відіграє суттєву роль у формуванні трофічних зв'язків, колообігу біогенних елементів та підтриманні екологічної рівноваги [1]. Під терміном «зоогенний опад» розуміють сукупність продуктів життєдіяльності тварин, їхніх решток, екскрементів, линьок, гнізд, раковин та інших матеріалів, які потрапляють у ґрунт або водне середовище й зазнають подальшої мінералізації.

Зоогенний опад формує специфічний тип органічної речовини, що відрізняється від фітогенного за хімічним складом та швидкістю розкладання [2]. Цей тип органіки є важливим джерелом азоту, фосфору, калію, кальцію та інших макроелементів, які забезпечують родючість ґрунтів, продуктивність рослин і розвиток мікроорганізмів.

У сучасних умовах трансформації природних екосистем під впливом антропогенних факторів дослідження ролі зоогенного опаду стає особливо актуальним. Його частка у біогеохімічному кругообігу може слугувати індикатором стабільності екосистеми та показником її саморегулювальних властивостей [3].

**Метою досліджень** є узагальнення наукових уявлень про роль і значення зоогенного опаду у функціонуванні екосистем, виявлення його екологічних функцій і впливу на процеси кругообігу речовин.

**Матеріали та методи.** Дослідження виконано на основі аналізу сучасних літературних джерел, монографій і наукових статей, опублікованих у період 2020–2025 рр. Використано методи порівняльного аналізу, екологічного узагальнення, системного підходу та елементів біогеохімічного моделювання [4]. Джерелами даних слугували матеріали спостережень за природними екосистемами України та Європи, результати досліджень зоогенних процесів у ґрунтах, лісових і водних біоценозах.

**Склад і структура зоогенного опаду.** Зоогенний опад включає широкий спектр матеріалів: рештки комах, молосків, черв'яків, птахів і ссавців, а також продукти їхньої життєдіяльності (екскременти, панцирі, яйця, гнізда тощо) [5]. Його кількісні показники залежать від типу екосистеми, кліматичних умов, щільності популяцій і сезонних коливань біомаси.

У лісових екосистемах частка зоогенного опадів може становити до 10–15 % від загальної маси органічного опадів, тоді як у степових або лучних системах цей показник знижується до 5–8 % [6]. У водних екосистемах (озерах, болотах, річках) зоогенний опад представлений переважно залишками зоопланктону, бентосу, екскрементами риб і водоплавних птахів, які є джерелом легкокорозійних сполук азоту та фосфору.

**Біогеохімічна роль зоогенного опадів.** Зоогенний опад бере участь у формуванні органо-мінерального складу ґрунтів, впливає на гумусоутворення й мікробіологічну активність. Розклад решток тварин супроводжується виділенням  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , що підвищує буферну ємність ґрунту та сприяє утворенню гумінових речовин [7].

У водних системах цей процес спричиняє підвищення біогенної продуктивності, особливо в евтрофних водоймах. Наприклад, пташиний послід у прибережних зонах містить до 4–6 % азоту й до 3 % фосфору, що суттєво збагачує водне середовище [3].

Зоогенний опад також впливає на формування мікробних спільнот. У місцях його накопичення зростає кількість сапротрофних бактерій і грибів, які прискорюють мінералізацію органіки, що позитивно впливає на швидкість біологічного кругообігу речовин.

**Екологічні функції та роль у стабільності екосистем.** Зоогенний опад виконує низку екологічних функцій: *трофічну*, забезпечуючи живлення сапрофітів, детритофагів і редуцентів; *біогеохімічну*, сприяючи трансформації елементів живлення; *регуляторну*, впливаючи на структуру біоценозів і чисельність популяцій; *індикаторну*, відображаючи стан трофічних ланцюгів та інтенсивність кругообігу речовин [1, 4].

Відомо, що у природних лісових екосистемах зоогенний опад забезпечує близько 10–20 % річного повернення азоту й фосфору до ґрунту, тоді як у штучних насадженнях ці показники можуть бути вдвічі нижчими [5].

**Вплив антропогенних чинників.** Інтенсифікація сільського господарства, знищення біотопів і забруднення довкілля призводять до зменшення біорізноманіття, що прямо впливає на кількість і якість зоогенного опадів. Зменшення чисельності птахів, комах, земноводних знижує обсяг біогенних речовин, які повертаються в екосистему.

Крім того, пестициди, важкі метали та мікропластик, потрапляючи до організмів тварин, можуть накопичуватися в зоогенному опаді, що порушує природні процеси мінералізації й призводить до вторинного забруднення ґрунтів [2, 6].

**Зоогенний опад у контексті кліматичних змін.** Дослідження останніх років свідчать, що зоогенний опад може впливати на баланс

вуглецю та кліматичні процеси через участь у регулюванні потоків  $\text{CO}_2$  і  $\text{CH}_4$ . Біохімічні реакції розкладання зоогенних решток визначають частку вуглецю, яка повертається в атмосферу або зв'язується в органічних сполуках ґрунту [7].

Таким чином, зоогенний опад є важливою складовою системи природного регулювання клімату та може розглядатися як елемент природного «вуглецевого банку».

Висновки. Зоогенний опад є невід'ємним компонентом біогеохімічного кругообігу, який забезпечує повернення біогенних елементів до ґрунту й водних екосистем. Його формування та склад залежать від типу біоценозу, кліматичних умов і структури тваринного населення. Зоогенний опад виконує трофічну, регуляційну, біогеохімічну й індикаторну функції, впливаючи на стабільність екосистем. Порушення природних умов, зменшення біорізноманіття та антропогенне забруднення призводять до зниження обсягів і зміни якості зоогенного опаду. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на кількісну оцінку внеску зоогенного опаду у кругообіг речовин і розробку біоіндикаторних методів оцінювання стану екосистем.

### Література

1. Андрієнко М. П. Роль біогенних речовин у кругообігу елементів у природних екосистемах. *Екологічна безпека та природокористування*. 2022. № 3. С. 45–52.
2. Бучко В. В., Хом'як Л. О. Біохімічні аспекти трансформації зоогенного опаду в ґрунтах лісових екосистем. *Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія*. 2023. № 4. С. 88–97.
3. European Environment Agency (EEA). Biodiversity and Ecosystem Functioning in Europe. Copenhagen: EEA Report. 2024
4. Кузьменко С. О. Екосистемний підхід до оцінки біогеохімічних процесів у природних комплексах. *Вісник екологічної науки*. 2021. № 2. С. 33–41.
5. Пилипенко І. В. Зоогенний опад як чинник формування гумусового профілю ґрунтів. *Ґрунтознавство*. 2020. № 1. С. 22–30.
6. Rzymiski P., Poniedziałek B. The role of animal-derived detritus in terrestrial nutrient cycling. *Ecological Indicators*. 2022. № 138. P. 108842.
7. Zhang H., Li Q., Liu, S. Decomposition of animal residues and their contribution to soil carbon storage. *Journal of Soils and Sediments*. 2023. 23 (5). P. 1342–1355.

*Кардаш О. С., Пінчук О. Л.**Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

## **ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМАХ: ПОТЕНЦІАЛ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Зростання цін на викопне паливо та вимоги щодо скорочення викидів парникових газів актуалізують перехід до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Водогосподарський комплекс України – водосховища, зрошувальні й осушувальні системи, дренажні мережі, скидні канали, очисні споруди – традиційно розглядався як інфраструктура регулювання водного режиму. Водночас ці об'єкти акумулюють значний гідротермальний потенціал, придатний для використання в теплонасосних установках (ТНУ) типу «вода–вода».

Температура поверхневих і підземних вод, а також очищених стічних вод у більшості випадків становить 4–25 °С, що є оптимальним діапазоном для роботи теплових насосів. ТН перетворюють низькопотенційне тепло на корисну енергію для опалення, гарячого водопостачання та обігріву ґрунту. Коефіцієнт перетворення (COP) сучасних ТН типу «вода–вода» зазвичай досягає 3–5, тобто на 1 кВт·год електроенергії виробляється 3–5 кВт·год тепла, що забезпечує помітну економію палива та зменшення викидів CO<sub>2</sub> порівняно з традиційними котельнями.

Потенційними споживачами тепла від ТН у водогосподарських системах є аграрні підприємства (теплиці, ферми, склади, елеватори), об'єкти водоканалів, насосні станції, адміністративні й житлові будівлі в сільських територіях. Просторова розгалуженість водогосподарських мереж, постійні водні потоки й близькість до споживачів створюють передумови для формування децентралізованих систем теплопостачання на базі ВДЕ.

Орієнтовні параметри роботи ТНУ «вода–вода» для різних типів джерел наведено в табл. 1.

Зростання температури джерела веде до підвищення COP та зниження питомих витрат електроенергії. Найвищі показники отримують при використанні скидних вод теплоенергетичних і промислових підприємств (20–30 °С). Разом з тим навіть «холодні» джерела – відкриті водойми й дренажні мережі з температурою 4–8 °С – забезпечують COP > 3, що робить такі рішення економічно прийнятними за сучасних цін на паливо.

Таблиця 1

**Орієнтовні параметри теплонасосних установок «вода–вода»  
у водогосподарських системах**

| Джерело<br>теплоти                                | t джерела,<br>°C | t системи<br>опалення, °C | COP*    | Типові споживачі                            |
|---------------------------------------------------|------------------|---------------------------|---------|---------------------------------------------|
| Відкриті водойми,<br>водосховища                  | 4–8              | 35–40                     | 3,2–3,8 | Опалення прибереж-<br>них будівель, теплиці |
| Зрошувальні,<br>осушувальні, дре-<br>нажні мережі | 6–10             | 30–40                     | 3,5–4,0 | Обігрів ґрунту, вироб-<br>ничі приміщення   |
| Скидні води<br>очисних споруд                     | 12–18            | 35–45                     | 4,0–4,5 | Об'єкти водоканалів,<br>адмінбудівлі        |
| Скидні води<br>ТЕС, АЕС                           | 20–30            | 40–50                     | 4,5–5,0 | Житлові та громадські<br>будівлі            |

\*COP – орієнтовні значення для сучасних ТНУ при ustalених режимах.

Інтеграція теплонасосних технологій у водогосподарські системи може відбуватися за кількома базовими схемами.

**1. Використання енергії відкритих водойм і водосховищ.**

Теплообмінники розміщують у придонних шарах або на плаваючих конструкціях. Стабільна взимку температура води (4–8 °C) дозволяє застосовувати ТН для теплопостачання прибережних населених пунктів, тепличних господарств та об'єктів рекреаційної інфраструктури.

**2. Використання зрошувальних, осушувальних та дренажних мереж.**

У каналах і колекторах протягом року циркулює вода зі слабо змінною температурою. Встановлення трубчастих теплообмінників у руслі або обвідних гілках дає змогу відбирати тепло без помітного впливу на гідралічний режим. Отримана енергія може використовуватися для обігріву ґрунту, підігріву поливної води та опалення виробничих приміщень агропідприємств.

**3. Використання очищених стічних і скидних вод.**

Побутові та виробничі стоки, а також скидні води ТЕС характеризуються підвищеною температурою й сталим графіком надходження. Розміщення теплообмінників у напірних колекторах, камерах гасіння або після споруд біологічного очищення забезпечує високі значення COP (4–5). При цьому необхідно враховувати забруднення поверхонь теплообміну й передбачати системи механічного очищення чи промивання.

Для практичної реалізації таких рішень потрібне техніко-економічне обґрунтування на основі енергетичного аудиту водогосподарських

об'єктів. Воно має включати аналіз сезонних температур води, оцінку доступних теплових потоків, розрахунок COP з урахуванням типу споживачів і температури системи опалення, визначення капітальних та експлуатаційних витрат і порівняння з альтернативними варіантами теплопостачання. Додатковий резерв ефективності забезпечує застосування низькотемпературних систем опалення (тепла підлога, стінові панелі, повітряні теплообмінники), які працюють при 30–40 °C та створюють кращі умови для роботи ТН.

Важливою передумовою масштабного впровадження є нормативно-правове забезпечення. У країнах ЄС тепло, що відбирається ТН із повітря, води та ґрунту, офіційно віднесено до ВДЕ; встановлено вимоги до сезонного коефіцієнта продуктивності, норм шуму та енергетичного маркування обладнання. В Україні відбувається гармонізація законодавства з європейським, однак спеціалізовані регламенти щодо використання гідротермальної енергії у водогосподарських системах розроблені лише частково. Потребують уточнення вимоги до температури скидних вод після відбору тепла, допустимих гідравлічних втрат, розміщення теплообмінників у каналах і колекторах, екологічних обмежень для водних екосистем.

Перспективними інструментами стимулювання є державні та регіональні програми підтримки, що передбачають компенсацію частини капітальних витрат, пільгове кредитування, а також демонстраційні пілотні проєкти на базі водогосподарських організацій та аграрних підприємств. Важливо, щоб енергетична функція водогосподарських об'єктів враховувалася вже на етапі їхнього проєктування та реконструкції.

Отже, водогосподарські системи України мають значний невикористаний потенціал для впровадження теплонасосних технологій як форми використання відновлюваних і вторинних джерел енергії. Теплові насоси на базі водних об'єктів, ґрунтових та скидних вод здатні суттєво зменшити споживання викопного палива, підвищити енергоефективність аграрного виробництва й сприяти адаптації сільських територій до змін клімату за умови належного техніко-економічного й нормативного забезпечення.

### Література

1. Троїцький О. М. Підвищення ефективності використання енергії ґрунту та скидних вод на базі теплонасосної установки : дис. ... канд. техн. наук. Одеса, 2012. С. 10–21.
2. Дерій В. О., Соколовська І. С., Тесленко О. І. Перспективи використання теплових насосів у системах централізованого теплопостачання країн світу та України. *Проблеми загальної енергетики*. 2021. № 3 (66). С. 43–52.

3. Ammar Y. et al. Low grade thermal energy sources and uses from the process industry in the UK. *Applied Energy*. 2012. Vol. 89. P. 3–20.
4. Аналітичний огляд використання теплових насосів як відновлювальних джерел енергії. Вінниця : ВНТУ, 2018. 25 с.

**Кобилко І. В.**

*Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

## **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ НІТРИФІКАЦІЇ В ОЧИСНИХ СПОРУДАХ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

У статті розглянуто особливості перебігу процесів нітрифікації в умовах очищення стічних вод молокопереробних підприємств. Специфічними факторами, що пригнічують активність нітрифікуючих мікроорганізмів, є високі концентрації органічних речовин (БСК<sub>5</sub> до 2000–5000 мг/л), жирів, поверхнево-активних речовин (ПАР) та нестабільний склад стоків. Детально проаналізовано типові технологічні помилки під час експлуатації аеротенків і вторинних відстійників, що зумовлюють зрив нітрифікації. Запропоновано комплекс заходів інтенсифікації, що включає оптимізацію аерації, прецизійний контроль рН та лужності, регулювання віку мулу, запобігання надходженню інгібуючих речовин та удосконалення системи рециркуляції активного мулу. Представлено систематизований підхід до експлуатаційного контролю, що базується на щоденному моніторингу ключових параметрів та мікробіологічному аналізі.

Ключові слова: нітрифікація, стічні води, молокопереробні підприємства, активний мул, амонійний азот, аеротенк, вік мулу, інгібітори, рН.

Молокопереробні підприємства є джерелом висококонцентрованих органічних стічних вод. Характерною рисою таких стоків є високі концентрації органічних речовин, жирів, білкових сполук, лактози та ПАР. Нерівномірність складу, обумовлена технологічними циклами виробництва та операціями СІР-мийки, ускладнює реалізацію стабільного біологічного очищення. Особливо уразливим є процес нітрифікації, який має ключове значення для досягнення нормативів скиду за амонійним азотом.

Нітрифікація – це двостадійний біохімічний процес окиснення амонійного азоту ( $\text{NH}_4^+$ ) до нітратів ( $\text{NO}_3^-$ ), що здійснюється автотрофними бактеріями (*Nitrosomonas*, *Nitrobacter* тощо). Ці організми мають низьку швидкість росту та вкрай чутливі до токсичних речовин, температури,

pH та концентрації кисню. У стоках молокопереробних підприємств умови для нітрифікації ускладнюються через:

**Конкуренцію з гетеротрофами:** легкозасвоювана органіка сприяє розмноженню гетеротрофних бактерій, які активно споживають розчинений кисень.

**Вплив жирів:** створення гідрофобних плівок на хлопках мулу погіршує дифузію кисню.

**Нестійкість pH:** коливання, спричинені кислотними та лужними мийними розчинами.

**Надходження інгібіторів:** дезінфектанти, ПАР та інші компоненти мийних засобів.

Інтенсифікація нітрифікації є критично важливим завданням для забезпечення екологічної безпеки.

### 1. ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТА ЧИННИКИ ВПЛИВУ

Ефективність нітрифікації залежить від оптимальних умов для нітрифікуючих бактерій. Ключові параметри:

**Концентрація розчиненого кисню ( $O_2$ ):** Мінімально допустима концентрація – 2,0 мг/л, рекомендований діапазон – 2,5–3,5 мг/л.

**Значення pH:** Оптимальний діапазон – 7,5–8,5. Процес споживає лужність (7,14 мг  $CaCO_3$  на 1 мг  $NH_4^+-N$ ), тому її недостатність (< 80–120 мг-екв/л) призводить до «кислотного зриву».

**Вік активного мулу (SRT):** Для стійкої нітрифікації необхідно підтримувати SRT на рівні не менше 12–15 діб.

**Температура:** Оптимум – 28–32 °C. Температура нижче 15 °C або вище 38 °C значно пригнічує процес.

**Аналіз типових причин зривів нітрифікації:**

**Недостатня аерація:** Високе БСК-навантаження призводить до споживання всього кисню гетеротрофами. Падіння  $O_2$  нижче 2 мг/л зупиняє нітрифікацію.

**Порушення pH:** Різкі стрибки pH під час СІР-мийки або від надходження кислої сироватки блокують активність нітрифікаторів.

**Надходження інгібіторів:** Дезінфектанти (перекис, хлор) та ПАР навіть у низьких концентраціях (1–5 мг/л) можуть призвести до «привалу» нітрифікації на декілька діб.

**Неправильне регулювання SRT:** Інтенсивне відведення надлишкового мулу призводить до вимивання повільноростучих нітрифікаторів.

**Недоліки роботи вторинних відстійників:** Застійні зони, старіння мулу та несправності обладнання ведуть до вторинного забруднення амонієм.

## 2. КОМПЛЕКС ЗАХОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ

### 2.1. Оптимізація аераційного режиму

Підтримання стабільного рівня  $O_2$  (2,5–3,5 мг/л) за допомогою систем автоматичного регулювання.

Застосування змінної інтенсивності аерації для адаптації до пікових навантажень.

Модернізація аераційної системи (впровадження мелкобубльбашкових мембранних аераторів).

### 2.2. Контроль рН та лужності

Використання усереднювальних ємностей для згладжування коливань.

Впровадження автоматичної системи коригування рН (дозування NaOH або  $H_2SO_4$ ).

Контроль та корекція лужності (дозування вапняного молока  $Ca(OH)_2$ ).

### 2.3. Стратегічне управління віком активного мулу

Підтримання SRT на рівні 12–15 діб шляхом контролю концентрації мулу (MLSS на рівні 3,5–4,5 г/л) та поступового відведення надлишків.

Стабілізація рециркуляції активного мулу (коефіцієнт 100–150 %).

### 2.4. Запобігання надходженню інгібуючих речовин

Організаційні заходи: суворі інструкції щодо скиду мийних засобів і дезінфектантів.

Технологічні заходи: облаштування збірників для концентрованих розчинів з подальшим дозованим скидом.

Експрес-контроль токсичності стоку за допомогою біотестування.

### 2.5. Удосконалення роботи вторинних відстійників

Регулярне техобслуговування скребкових механізмів.

Оптимізація гідравліки для усунення застійних зон.

Контроль швидкості осідання мулу (щоденне визначення ілового індексу SVI).

## 3. СИСТЕМА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

Для проактивного управління нітрифікацією необхідно впровадити комплексний моніторинг ключових параметрів:

| Параметр               | Частота контролю       | Допустимі межі |
|------------------------|------------------------|----------------|
| Розчинений $O_2$       | Безперервно / щогодини | 2,5–3,5 мг/л   |
| pH                     | Безперервно / щогодини | 6,8–8,5        |
| $NH_4^+-N$ (на виході) | Щоденно                | < 2–3 мг/л     |
| $NO_2^--N$             | 2–3 рази на тиждень    | < 0,1 мг/л     |
| MLSS                   | Щоденно                | 3,5–4,5 г/л    |
| Іловий індекс (SVI)    | Щоденно                | 80–150 мл/г    |
| Лужність               | Щоденно                | > 100 мг-екв/л |

Додатково необхідно проводити:

Щоденний мікроскопічний аналіз активного мулу для оцінки стану біоценозу.

Побудову трендів ключових параметрів для виявлення негативних тенденцій.

Ведення журналу технологічних операцій (СІР-мийки, види реагентів).

Висновки

Стоки молокопереробних підприємств створюють складні умови для нітрифікації через високе органічне навантаження, присутність жирів, нестабільність рН та ризик надходження інгібіторів.

Найпоширенішими причинами зривів є недостатня аерація, коливання рН від мийних розчинів, надходження токсичних речовин та неефективна робота вторинних відстійників.

Запропонований комплекс заходів інтенсифікації носить системний характер і поєднує технічне вдосконалення, технологічне регулювання та організаційні заходи.

Впровадження системи експлуатаційного контролю на основі щоденного моніторингу фізико-хімічних та біологічних показників дозволяє перейти від реактивного усунення наслідків до проактивного управління процесом нітрифікації, забезпечуючи стабільне дотримання нормативів скиду.

### Література

1. Henze M., van Loosdrecht M., Ekama G., Brdjanovic D. Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design. IWA Publishing, 2018.
2. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery. McGraw-Hill, 2014.
3. Tchobanoglous G., Burton F., Stensel H. Wastewater Treatment and Reuse. McGraw-Hill, 2013.
4. Grady C. P.L., Daigger G. T., Love N., Filipe C. Biological Wastewater Treatment. CRC Press, 2011.
5. Кліменко А. М., Савельєв В. Г. Очисні споруди населених пунктів і промислових підприємств. Львів: Львівська політехніка, 2020.
6. Лапін В. В., Кириленко С. І. Біологічні процеси очищення стічних вод. Київ: КНУБА, 2016.
7. Ahn J., Pagilla K., Chandran K. Nitrification and Nitrogen Removal in Wastewater Treatment. IWA Publishing, 2019.
8. Jenkins D., Richard M., Daigger G. T. Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming. IWA Publishing, 2004.
9. Burgess J. E., Stuetz R. M. Activated Sludge Microbiology and Process Control. IWA Publishing, 2021.

10. Руденко А. В. Ефективність біологічного очищення високоорганічних стічних вод. Харків: ХНУМГ, 2017.
11. Строкач П. М. Інтенсифікація біологічного очищення стічних вод харчових виробництв. Вінниця: ВНТУ, 2018.
12. EPA Manual: Nitrogen Control. Washington, D. C.: U. S. Environmental Protection Agency, 2015.

**Ковшаков С. О.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

### **ОЦІНКА СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ПЕСТИЦИДАМИ ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ**

Ґрунтовий покрив є одним з основних компонентів навколишнього середовища і виконує важливу функцію біосфери. Ґрунтовий покрив і рослинність в природі утворюють єдину систему. Втрата і погіршення родючості ґрунтів позбавляють рослини екологічної основи їх існування. Таким чином, відновлення родючості деградованих ґрунтів – це відновлення природного екологічного балансу територій, порушених людиною в результаті ірраціональної економічної діяльності.

Ґрунт-це тонкий верхній шар земної кори, який утворюється в результаті трансформації під впливом води, повітря, організмів і володіє природним родючістю. Ґрунт, що складається з твердих, рідких і газоподібних частин, рослин, тварин і мікроорганізмів, є одним з компонентів біосфери і важливим компонентом будь-якого ландшафту. Він є ресурсом матерії та енергії, біологічними і геологічними циклами, підтриманням нормального функціонування всієї біосфери, ці функції ґрунту формують їх екологічний потенціал.

Агроекологічний потенціал, тобто здатність ґрунту виконувати функції сільськогосподарських угідь, створювати оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур, підтримувати екологічну рівновагу в сільськогосподарському ландшафті і природному середовищі, визначався показниками, що характеризують: товщину гумусового шару ґрунту вміст поживних речовин; рівень і мінералізація ґрунтових вод; біологічний потенціал або біологічна родючість землі (середньорічна продуктивна вологість, вегетаційний період,

середньорічний радіаційний баланс); Радіонукліди (цезій, стронцій, плутоній, америцій), важкі метали (загальний вміст бору в ґрунті, молібден, марганець, цинк, кобальт, нікель, мідь, хром, свинець тощо), пестициди і мінеральні добрива з урахуванням природних властивостей ґрунту, забруднення (загальна активна температура, крутизна схилу, камінь, структура, стійкість, механічний склад, вміст гумусу, тип водного режиму, реакція рН, іонна ємність, солоність, Сільське господарство, економічний розвиток). Природні і антропогенні процеси несприятливі (ерозія каньйонів і площин, зсуви, асфіксія лесових порід, дефляція, карстові відкладення, селеві потоки, засолення, повені, осідання і зсуви на рудниках і т. д.).

Антропогенне забруднення завдає серйозної шкоди навколишньому середовищу ґрунту. Це залежить від типу ґрунту, кількості промислових відходів, важких металів, радіонуклідів, пестицидів та мінеральних добрив (табл. 1).

Таблиця 1

**Пестицидне навантаження на 1 га агроєкосистем за використання ресурсоощадних та інтенсивних технологій вирощування**

| Назва культури | Пестицид   | Назва препарату | Група токсичності | Норма внесення залежно від технологій, л/га |            |
|----------------|------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------------|------------|
|                |            |                 |                   | ресурсоощадна                               | інтенсивна |
| Пшениця озима  | протруювач | Вітавакс        | 3                 | 3                                           | 3          |
|                | гербіцид   | Гранстар        | 3                 | 0,03                                        | 0,03       |
|                | фунгіцид   | Альто           | 3                 | 0,5                                         | 2x0,5      |
|                |            | Тілт            | 3                 | —                                           | 0,5        |
|                | інсектицид | Децис           | 3                 | —                                           | 0,2        |
|                | РАЗОМ      | —               | —                 | 3,53                                        | 4,73       |
| Ячмінь ярий    | протруювач | Вітавакс        | 3                 | 3                                           | 3          |
|                | гербіцид   | Гранстар        | 3                 | 0,03                                        | 0,03       |
|                | фунгіцид   | Альто           | 3                 | 0,5                                         | 2x0,5      |
|                | РАЗОМ      | —               | —                 | 3,53                                        | 4,03       |
| Кукурудза      | гербіцид   | Тітус           | 2                 | —                                           | 0,05       |
|                | фунгіцид   | Альто           | 3                 | —                                           | 0,5        |
|                | інсектицид | Карате          | 2                 | —                                           | 0,3        |
|                | РАЗОМ      | —               | —                 | —                                           | 0,85       |

Забруднення ґрунту внаслідок промислових викидів та хімізації сільськогосподарства є одним із потенційних забруднювачів ґрунтових ресурсів. Чорна і кольорова металургія, легка промисловість і теплові електростанції в містах є частими причинами забруднення ґрунту важкими металами. Ризик забруднення ґрунту визначається не тільки вмістом важких металів, але і класом ризику окремих токсичних речовин. Перший клас шкідливості включає миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бенз (а) пірен; Третій-барій, ванадій, вольфрам, Марганець, стронцій. Їх вміст у ґрунті можна оцінити як за валовою, так і за мігруючою формою елементів. Багато з них можуть призвести до захворюваності людини.

Забруднення ґрунту хімічними засобами захисту рослин має складну природу. Скорочення використання пестицидів в останні роки сприяло зменшенню забруднення ґрунтів та сільськогосподарства, спричиненого пестицидами, але суттєво не змінило ситуацію. Це пов'язано з тим, що залишкова кількість пестицидів залишається в ґрунті протягом тривалого часу.

Ще більш несприятливі умови спостерігалися щодо часткового забруднення гербіцидами симтриазин, залишки яких були виявлені в 3–4 % зразків ґрунту через 56 років після обробки. Їх висока стійкість і фітотоксичність призвели до загибелі чутливих культур на великих площах. Чим більше пестицидне навантаження на ґрунт, тим більше вона шкідлива для населення.

Близько 50 % загального приросту врожаю забезпечується мінеральними добривами, 25 % – методами вирощування. Але варто відзначити, що неправильне використання мінеральних добрив – азотних, фосфорних, калійних, комплексних і т. д. Пам'ятайте, що це так супроводжується небажаною стороною effects. It забруднення природного середовища і непропорційне використання добрив пояснюється відхиленнями від норм внесення. Деякі мінеральні добрива можуть сприяти підвищенню кислотності ґрунту і накопичення в ній небезпечних залишків. Забруднювачі навколишнього деки включають важкі метали, пестициди, окремі похідні вуглецю, сірку, азот, фтор, різні вуглеводні, синтетичні органічні речовини, радіонукліди та інші шкідливі речовини. Згідно з чинними стандартами, хімічні речовини, що потрапляють в ґрунт з викидами і відходами, діляться на 3 класи за ступенем загрози.

Джерела важких металів діляться на природні і штучні. Природні ресурси включають декомунізацію гірських порід і мінералів, процеси ерозії та вулканічну активність. Технічні джерела забруднення

важкими металами можуть бути розташовані в ґрудні нижче, залежно від масштабу забруднення та його конкретного внеску. Викиди в атмосферу підприємств чорної металургії (найбільше джерело забруднення), автотранспорту, рідких і твердих побутових відходів (включаючи стічні води), пестицидів, органічних і мінеральних добрив.

### Література

1. Агроекологія : монографія / О. І. Фурдичко. Київ : Аграрна наука, 2018. 400 с.
2. Екологічна безпека України : навчальний посібник / М. І. Хилько. Київ, 2017. 266 с.
3. Ткачук О. П., Яковець Л. А. Вміст нітратів у зерні злакових культур в умовах змін клімату. Кліматичні зміни та сільське господарство. *Виклики для аграрної науки та освіти* : збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції за участю ФАО (Київ, 13–14 березня 2018 р.). Київ, 2018. С. 120–122.
4. Яковець Л. А. Причини і наслідки забруднення ґрунтів пестицидами. Інновації в сучасній агрономії : збірник наукових праць VII Міжнародної наукової конференції молодих учених (Вінниця, 26–27 травня 2016 р.). Вінниця : ВНАУ, 2016. С. 8–11.

**Купчик Р. М.**

*Рівненський економіко-технологічний фаховий коледж  
Національного університету водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

## **ЦИФРОВА ГРАМОТНІСТЬ І ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН: ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ОСВІТНЯ АДАПТИВНІСТЬ**

Сучасна система освіти переживає період глибокої цифрової трансформації, що зумовлює необхідність переосмислення методики викладання природничих дисциплін. У контексті сталого розвитку особливого значення набуває поєднання екологічного мислення з цифровою грамотністю та інструментами штучного інтелекту (ШІ), які відкривають нові можливості для формування наукової свідомості, дослідницьких умінь і відповідального ставлення до навколишнього середовища.

Цифрова грамотність є базовою умовою ефективного навчання природничих дисциплін у XXI столітті. Вона охоплює не лише технічні

навички користування цифровими ресурсами, а й критичне мислення, здатність аналізувати дані, оцінювати достовірність екологічної інформації та робити науково обґрунтовані висновки. За визначенням зарубіжних науковців, «цифрова грамотність – це здатність знаходити, оцінювати, використовувати, передавати і створювати контент засобами інформаційних технологій та інтернету» [3, с. 1]. Викладач природничого циклу сьогодні має не лише передавати знання, а й формувати екологічно відповідальну цифрову поведінку студентів.

Технології штучного інтелекту стають потужним інструментом у викладанні природничих наук. Використання інтелектуальних навчальних платформ, симуляторів і систем обробки великих даних дозволяє візуалізувати складні екологічні процеси, моделювати зміни клімату, прогнозувати наслідки господарської діяльності людини для довкілля. Такі інструменти сприяють підвищенню мотивації студентів, розвитку дослідницької ініціативи та формуванню міждисциплінарного мислення. Крім того, впровадження ІІІ у навчальний процес дозволяє реалізовувати персоналізоване навчання, здійснювати моніторинг освітніх досягнень, автоматизувати формувальне оцінювання та забезпечувати аналітичну підтримку викладачів.

Особливе значення цифрові технології та ІІІ набули в умовах воєнного стану, коли освіта в Україні змушена функціонувати в режимі підвищеної невизначеності. Вони забезпечили адаптивність освітнього процесу – можливість продовжувати навчання навіть у складних соціально-політичних умовах, підтримувати дистанційні та асинхронні формати лабораторних і польових досліджень, організовувати віртуальні експерименти та спільні наукові проєкти з іноземними партнерами. Як зазначають Бахмат Н. В. і Романяк М. М., «упровадження дистанційної форми навчання в переважній кількості закладів фахової передвищої та вищої освіти спонукало до використання різних інструментів для створення відеозустрічей і конференцій, таких як Zoom, Google Meet, Microsoft Teams. Для комунікації учасники освітнього процесу використовують також деякі месенджери, зокрема Viber, Telegram, WhatsApp. Для природничих дисциплін, які характеризуються потребою виконання лабораторних робіт, створено спеціальне середовище LabVIEW. Воно поєднує можливості проведення віртуальних та віддалених вимірювань на реальних об'єктах із широкими можливостями імітаційного моделювання» [1, с. 8].

Інтеграція цифрової грамотності та ІІІ у методику викладання природничих дисциплін сприяє реалізації принципів сталого розвитку.

Вона формує у студентів здатність розуміти взаємозв'язок між технологічним прогресом і екологічною відповідальністю, а також розвиває готовність застосовувати цифрові інструменти для моніторингу стану довкілля, енергоефективності чи раціонального використання ресурсів.

Викладачі природничих дисциплін мають переорієнтовувати навчальний процес із репродуктивного на дослідницько-інтерактивний, використовуючи елементи гейміфікації, цифрового моделювання та віртуальних лабораторій. Використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі, наприклад, надає студентам можливість проводити експерименти з обладнанням і матеріалами, доступ до яких у реальних умовах може бути ускладненим через відсутність лабораторій або їхню технічну недостатність. Це сприяє формуванню практичних умінь і навичок проведення дослідів у природничих галузях, а також глибшому ознайомленню з комп'ютерними моделями та принципами роботи спеціалізованого обладнання хімічних, фізичних і біологічних лабораторій. Віртуальні лабораторії також дають змогу досліджувати небезпечні процеси й явища у безпечному середовищі без ризику негативних наслідків. Проте одним із недоліків їхнього впровадження залишається обмежений вибір доступних ресурсів – наразі існує лише кілька програмних продуктів, переважно іноземного походження: PhET; Wolfram Demonstrations Project; Chemical Education Research; IrYdium Chemistry Lab; Labster; ROQED Science; PrepMagic [1; 2]. Ефективним напрямом є також залучення студентів до аналізу відкритих екологічних даних, що формує практичні аналітичні компетентності та усвідомлення ролі науки у прийнятті екологічно зважених рішень.

Отже, цифрова грамотність і штучний інтелект виступають новими детермінантами розвитку методики викладання природничих дисциплін. Їх інтеграція сприяє формуванню адаптивного, інноваційного та екологічно відповідального освітнього середовища, здатного готувати фахівців нового покоління – компетентних у сфері сталого розвитку та цифрової екології.

### Література

1. Бахмат Н. В., Романяк М. М. Сучасні тенденції викладання природничих дисциплін у закладах фахової передвищої та вищої освіти. *Академічні візії*. 2024. С. 30. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10939744>
2. Упатова І. П., Дехтярьова О. О., Каденко І. В. Роль комп'ютерних симуляцій у вивченні біологічних процесів та явищ. *Перспективи та інновації науки*. 2023. № 12 (30). С. 495–508. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-12\(30\)-495-508](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2023-12(30)-495-508)

3. Makhafola L., Van Deventer M. J., Holmner M. A., Van Wyk B. A scoping review of digital literacy, digital competence, digital fluency and digital dexterity in academic libraries' context. *The Journal of Academic Librarianship*. 2025. № 51 (3). P. 103053. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2025.103053>

**Кучер В. П.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НАФТОВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ**

Нафтовидобувна промисловість відіграє ключову роль у забезпеченні енергетичних потреб суспільства, проте її екологічна ціна є надзвичайно високою. У процесі розвідки, видобутку та транспортування нафти відбувається постійний вплив на природні ландшафти, що порушує гідрологічний режим, призводить до забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод. В умовах зростання глобальних енергетичних потреб масштаби техногенного навантаження на водні ресурси лише збільшуються [1].

В Україні нафтовидобувна діяльність зосереджена переважно в Карпатському, Дніпровсько-Донецькому та Причорноморському басейнах. Особливо напружена екологічна ситуація спостерігається в гірських районах Івано-Франківської та Львівської областей, де нафтові родовища розташовані поблизу річкових долин. Потрапляння навіть невеликих кількостей нафтопродуктів у водні об'єкти може спричинити довготривалі наслідки: забруднення донних відкладів, деградацію біоценозів і зміну біохімічних процесів у водоймах [2].

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства (ІЕА), щороку у світі в навколишнє середовище потрапляє понад 3 млн тонн нафти й нафтопродуктів унаслідок аварій, витоків і технічних порушень [3]. Це становить одну з основних загроз для прісноводних екосистем планети. В Україні наслідки нафтовидобування ускладнюються низьким рівнем технічного контролю, застарілим обладнанням і недостатнім екологічним моніторингом.

У зв'язку з цим актуальним є проведення системної екологічної оцінки впливу нафтовидобувної промисловості на водні ресурси з урахуванням природно-географічних умов, типів родовищ і гідрохімічних особливостей регіонів.

**Метою дослідження** є екологічна оцінка впливу нафтовидобувної промисловості на стан поверхневих і підземних вод та визначення напрямів мінімізації її негативного впливу.

**Джерела та характер забруднення.** Видобуток і транспортування нафти супроводжуються ризиком потрапляння вуглеводнів у навколишнє середовище через аварії, розливи та фільтрацію з промислових відстійників. Додатковими джерелами є бурові розчини, відпрацьовані промивні води та продукти змиву з поверхонь техніки. У районах старих родовищ (Борислав, Долина) часто фіксується просочування нафти через дефектні труби, що призводить до формування нафтових лінз у приповерхневих водоносних горизонтах. Це зумовлює довготривале вторинне забруднення навіть після припинення експлуатації свердловин [5].

**Гідрохімічні зміни у водних об'єктах.** Внаслідок нафтового забруднення спостерігається підвищення електропровідності води, збільшення концентрацій хлоридів і сульфатів, зниження рівня розчиненого кисню. Особливо негативним є підвищення БСК<sub>2</sub> та ХСК, що свідчить про активні процеси органічного розкладання [6]. У деяких ділянках концентрація фенолів перевищує ГДК у 25–30 разів, а вміст нафтопродуктів сягає 0,7 мг/дм<sup>3</sup>. Виявлено прямий кореляційний зв'язок ( $r = 0,84$ ) між концентрацією нафтопродуктів і рівнем зниження розчиненого кисню. Це свідчить про пригнічення окисних процесів і деградацію сапробіотних угруповань.

**Біологічні наслідки нафтового забруднення.** Біологічні зміни проявляються у зменшенні чисельності та видового різноманіття гідробіонтів. При нафтовому забрудненні зникають чутливі види комах і молюсків, зростає частка толерантних форм (*Chironomus*, *Tubifex*). У риб спостерігається пошкодження зябер, порушення обміну речовин, накопичення вуглеводнів у тканинах. При концентраціях нафтопродуктів понад 0,3 мг/дм<sup>3</sup> спостерігається 20–30 % загибель мальків коропо-вих [2].

**Сучасні технології очищення і реабілітації вод.** Серед перспективних напрямів очищення вод – фізико-хімічні методи (флотація, адсорбція, мембранна фільтрація) та біотехнологічні підходи. Особливо ефективними є мікробіологічні методи, засновані на застосуванні консорціумів нафтоокисних бактерій *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Rhodococcus*, що прискорюють розклад вуглеводнів у 2–3 рази [7].

У практиці використовуються *биоплато* – штучно створені ділянки із гідрофітами (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*), які абсорбують токсиканти й стимулюють діяльність мікроорганізмів

у ризосфері. Застосування біоплато дозволяє знизити концентрацію нафтопродуктів у воді на 80–90 %.

**Рекомендації щодо зменшення впливу:** впровадження систем екологічного моніторингу в режимі реального часу; рекультивація нафтових полігонів та ізоляція старих свердловин; підвищення відповідальності підприємств через екологічне страхування; використання екологічно безпечних бурових розчинів та вторинної переробки шламів; залучення місцевих громад до контролю якості водних ресурсів.

**Висновки.** Нафтовидобувна промисловість є одним із найпотужніших джерел техногенного забруднення водних об'єктів. У районах інтенсивного видобутку спостерігаються перевищення нормативів ГДК за фенолами, нафтопродуктами та важкими металами у 3–10 разів. Біологічні наслідки проявляються у деградації водних біоценозів і зменшенні чисельності гідробіонтів. Природні механізми самоочищення є недостатніми, тому потребують підсилення біотехнологічними методами. Впровадження комплексної системи моніторингу, біоінженерних технологій та екологічної рекультивації є пріоритетними напрямками мінімізації впливу нафтовидобувної галузі. Екологічна оцінка стану водних об'єктів повинна стати невід'ємною частиною державної політики у сфері сталого природокористування.

#### Література

1. Андрієнко М. П. (2021). Екологічні ризики нафтовидобувної діяльності в Україні. Вісник екологічної науки, № 2, 44–52.
2. Бучко В. В., Хом'як Л. О. (2022). Вплив нафтопродуктів на водні екосистеми: біохімічні аспекти. Екологічна безпека та природокористування, № 4, 73–81.
3. International Energy Agency (IEA). (2023). Oil spills and environmental impacts: global statistics. Paris: IEA Report.
4. European Environment Agency (EEA). (2023). Environmental impact of oil and gas extraction in Europe. Copenhagen: EEA Report.
5. Мельник О. І. (2020). Сучасний стан водних ресурсів у районах нафтовидобутку Карпатського регіону. Гідроекологічний журнал, № 3, 88–95.
6. Radojevic M., Jones D. J. (2022). Water pollution from petroleum industry: mechanisms and monitoring. London: Elsevier.
7. Zhang L., Wang H. (2025). Bioremediation of oil-contaminated water using microbial consortia and wetland plants. Journal of Environmental Management, 365, 123940.

*Мазін Р. В.**Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ВПЛИВ РУЙНАЦІЇ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ГІДРОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ М. КОРСУНКА**

Руйнування Каховської ГЕС спричинило масштабну водно-екологічну катастрофу, що призвело до затоплення значних територій Херсонської області, втрату біорізноманіття, трансформацію та забруднення природних екосистем. Внаслідок руйнування греблі відбулося істотне порушення гідрологічного режиму, що зумовило деградацію прибережних ландшафтів, трансформацію руслових процесів і порушення гідроecологічної рівноваги водної системи [1]. Підтоплення низинних територій Херсонщини призвело до перезволоження ґрунтів, тривалого застою води та формування локальних зон евтрофікації [4]. Зміни гідрологічного режиму після спаду води активізували процеси деградації ґрунтів, що призвело до механічного руйнування верхнього шару, вимиванням поживних речовин, і як наслідок – зниження їх родючості. Через підтоплення на окремих ділянках спостерігається зниження вмісту гумусу на 0,52–0,95 %, зменшення біологічної активності ґрунту – на 30–40 %, а також суттєве збільшення рухомих форм фосфору та калію, що свідчить про порушення біогеохімічного балансу ґрунтового покриття [1, 3].

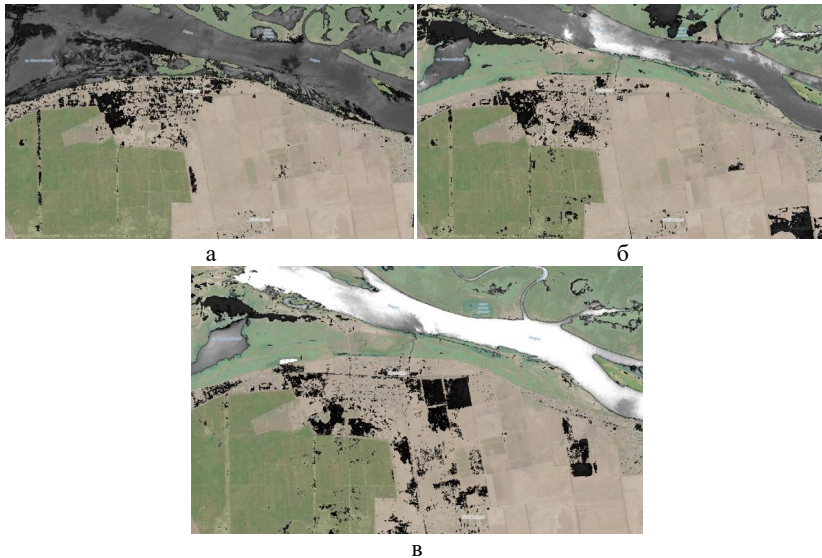
**Метою** наших досліджень була оцінка наслідків підриву Каховської ГЕС на стан ґрунтових екосистем.

**Методика досліджень.** Дослідження гідрологічного стану затоплених земель Херсонської області проводили протягом 2024–2025 рр. з використанням геоінформаційних технологій та методів дистанційного зондування. Для оцінки підтоплення території використано нормалізований диференційний водний індекс (NDWI), розрахований за даними супутника Sentinel-2 (канали Green та Near Infrared). Індекс визначає рівень вологонасичення поверхні: позитивні значення ( $>0,3$ ) вказують на наявність води або надмірне зволоження, тоді як негативні або близькі до нуля ( $\leq 0,2$ ) відповідають сухим ділянкам із незначною кількістю рослинного покриття.

**Результати досліджень.** Руйнація Каховської ГЕС спричинила затоплення понад 75 тисяч гектарів земель Херсонської області, що

зумовило суттєве погіршення стану ґрунтового покриву [5]. До зони затоплення потрапили сільськогосподарські угіддя, ліси, населені пункти та промислові зони [2].

За результатами проведеного моніторингу встановлено, що після руйнування Каховської ГЕС, показники **диференційного водного індексу NDWI** знаходилися в межах 0,55–0,65, що свідчить про затоплення понад 60 % території та значне перезволоження ґрунтів у заплавної зоні (рис. 1).



**Рис. 1.** Динаміка стану ґрунтового покриву м. Корсунка  
внаслідок руйнації Каховської ГЕС 2023–2025 рр.:

*а – 2023 р.; б – 2024 р.; в – 2025 р.*

Станом на 2024 р. значення індексу NDWI зменшились у 1,62–1,83 раза в порівнянні з 2023 р. та становили 0,30–0,40. Це вказує на часткове осушення території, але водночас свідчить про нерівномірний розподіл ґрунтової вологи. У 2025 році показники індексу NDWI стабілізувалися на рівні 0,20–0,25, що вказує на зниження ступеня підтоплення території, яке охоплює близько 20–25 % загальної площі. При цьому в пониженнях рельєфу відмічено локальні осередки залишкової вологи ( $NDWI > 0,30$ ), що вказує на тривалу гідроморфізацію та збереження гідрологічних аномалій у ґрунтовому профілі.

Висновки. Таким чином, за період 2023–2025 рр. рівень затоплення ґрунтового покриву м. Корсунка після руйнації Каховської ГЕС знизився до 20–25 %, проте на окремих ділянках зберігаються локальні зони залишкової вологи.

### Література

1. Саніна І. В., Люта Н. Г. Екологічні наслідки підризу греблі Каховської ГЕС і шляхи вдосконалення водопостачання населення. *Mineral resources of Ukraine*. 2023. № 2. С. 50–55.
2. Василюк О. В., Колодежна В. В., Демченко В. О. та ін. Знищення Каховського водосховища: наслідки для довкілля. Чернівці : Друк Арт, 2025. С. 112.
3. Паламарчук Р. П., Мельник М. А., Грищенко О. М. та ін. Агрохімічна оцінка земель сільськогосподарського призначення Херсонської області, які зазнали підтоплення внаслідок руйнування Каховської ГЕС. *Моніторинг ґрунтів: пріоритети досліджень для сприяння відновленню України* : зб. наук. праць. Київ, 2023. С. 130–132.
4. Мартюхін А. В., Волошина Н. О. Екологічні наслідки руйнування Каховського водосховища. Протидія терористичним актам у міському середовищі : збірник матеріалів наукового форуму. Київ : Вид-во УДУ імені М. Драгоманова, 2023. С. 271–273.
5. Андрусевич А., Короткий Т., Марушевський Г. та ін. Попередній екологічний та юридичний аналіз руйнування Каховської ГЕС і його наслідків : аналіт. звіт. Київ, 2023. 34 с.

**Машичев І. В., Бреус Д. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

Канівське водосховище є наймолодшим у Дніпровському каскаді, його заповнення тривало протягом 1972–1976 рр. За морфометричними характеристиками воно належить до великих рівнинних водойм із відносно невеликими глибинами. Площа акваторії становить 564 км<sup>2</sup>, загальний об'єм води – 2,62 км<sup>3</sup>, довжина – 157 км. Максимальна глибина сягає 21,0 м, середня – 3,9 м. За гідроморфометричними ознаками акваторія умовно поділяється на три ділянки: верхню (річкову) довжиною 63 км, середню (перехідну) – 30 км та нижню (озерну) – близько 30 км [1].

Складність морфології, особливості гідрологічного режиму та значний антропогенний тиск, зумовлений господарською діяльністю столиці, стали підставою для виділення у верхній частині водосховища окремої Київської ділянки завдовжки 43 км, яка простягається вниз за течією від греблі Київської ГЕС.

Водний баланс Канівського водосховища формується переважно за рахунок стоку з розташованого вище Київського водосховища, який становить близько 75 %. Решта водних надходжень припадає на р. Десну, малі притоки (Стугна, Красна, Либідь, Трубіж) та атмосферні опади. Максимальні значення стоку фіксуються у весняний період (32–51 %), тоді як найнижчі – восени (11–26 %) [2].

Тривалість повного водообміну у водоймі не перевищує 37 діб. Найбільш інтенсивний водообмін відбувається навесні, у квітні–травні (близько 12 діб), у інші сезони цей показник є істотно нижчим і становить 29–35 діб [3].

Стан екосистеми верхньої ділянки Канівського водосховища визначається гідрологічними параметрами, передусім рівневим та витратним режимом, що зумовлює водообмін між основним руслом Дніпра та придатковими утвореннями [4]. Вагомим фактором є добові коливання рівнів води, пов'язані з роботою Київської ГЕС, яка функціонує здебільшого у піковому режимі, здійснюючи два попуски на добу [5]. При підвищенні рівня води відбувається надходження дніпровських вод у придаткову мережу, часткове перемішування, після чого вода повертається назад у русло при зниженні рівня. У середньому період водообміну між затоками та русловою ділянкою становить 2–7 діб.

Варто зазначити, що за 5 км нижче греблі Київської ГЕС у Дніпро впадає р. Десна, води якої під час попусків надходять до Канівського водосховища і переміщуються вздовж лівобережної ділянки, досягаючи повного змішування з дніпровською водою приблизно на відстані 20–25 км від гирла [6].

У несприятливі гідрометеорологічні умови зимово-весняного сезону існує загроза підтоплення значних площ прибережних територій. Згідно з правилами експлуатації водосховища, у таких випадках здійснюється його спрацювання майже до рівня мертвого об'єму [7], що істотно впливає на рівневий режим верхньої частини водойми.

Якість водного середовища в Україні регулюється положеннями Водного кодексу (1995 р.) та Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.). Нормативно-правову основу діяльності у сфері екологічного моніторингу визначають постанови

КМУ № 391 від 30.03.1998 р., яка незабаром втратить чинність, натомисть в дію вступить постанова № 684 від 13 червня 2024 р.

Науково обгрунтовані підходи до вивчення мутагенних властивостей доквілля базуються на методах біоіндикації та біотестування. Проте в Україні відсутня цілісна система оцінювання мутагенності водного середовища, яку можна було б покласти в основу діяльності санітарно-епідеміологічної служби у межах генетичного та соціально-гігієнічного моніторингу.

Упродовж останніх десятиліть спостерігається зниження обсягів промислового виробництва, що зумовило зменшення обсягів скидання забруднюючих речовин у поверхневі води. Однак суттєвого покращення якості водного середовища не відбулося: у більшості міст України рівень забруднення водних ресурсів залишається вищим за нормативи через скиди промислових та комунально-побутових підприємств [6].

У 2021 р. обсяг скинутих стічних вод становив 422,38 млн м<sup>3</sup>, що на 0,43 % перевищує показник попереднього року. Основна частка припадає на комунально-побутові підприємства – 408,8 млн м<sup>3</sup> (96,78 % загального обсягу). Внесок інших секторів господарської діяльності був незначним:

промисловість – 3,13 %,

сільське господарство – 0,08 % (таблиця 1).

Таблиця 1

**Динаміка скидів забруднюючих речовин від галузей народного господарства у поверхневі водні об'єкти верхньої частини Канівського водосховища**

| <b>Обсяг скидів стічних вод, млн. м<sup>3</sup></b>           | <b>2018 рік</b> | <b>2019 рік</b> | <b>2020 рік</b> | <b>2021 рік</b> |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Від галузей народного господарства у тому числі від об'єктів: | 418,87          | 417,71          | 420,57          | 422,38          |
| промисловості                                                 | 12,084          | 11,616          | 12,702          | 13,223          |
| сільського господарства                                       | 0,386           | 0,394           | 0,468           | 0,357           |
| комунального господарства                                     | 406,4           | 405,7           | 407,4           | 408,8           |

У межах верхньої частини Канівського водосховища основний обсяг забруднюючих речовин надходить на ділянку, розташовану в адміністративних межах м. Києва. За даними 2021 р., саме на цій території було зафіксовано скид 366,8 млн м<sup>3</sup> стічних вод, що становить 86,84 % від сукупного річного об'єму скидів у водойму (таблиця 2).

Таблиця 2

**Динаміка скидів забруднюючих речовин від водогосподарських ділянок у поверхневій водні об'єкти верхньої частини Канівського водосховища**

| <b>Обсяг скидів стічних вод, млн. м<sup>3</sup></b>      | <b>2018 рік</b> | <b>2019 рік</b> | <b>2020 рік</b> | <b>2021 рік</b> |
|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Від водогосподарських ділянок у тому числі розташованих: | 418,87          | 417,71          | 420,57          | 422,38          |
| вище м. Києва                                            | 40,16           | 39,45           | 40,63           | 41,27           |
| в межах м. Києва                                         | 364,5           | 363,1           | 365,9           | 366,8           |
| нижче м. Києва                                           | 14,21           | 15,16           | 14,04           | 14,31           |

У межах столиці України зосереджено велику кількість промислових та комунальних підприємств, стічні води яких формують основний обсяг забруднень у верхній частині Канівського водосховища. Серед найбільших джерел впливу на якість водного середовища виділяються підприємства комунального господарства, зокрема ВАТ АК «Київводоканал», а також енергетичні об'єкти – Дарницька ТЕЦ і Київська ТЕЦ-5. Найбільша частина скидів припадає на лівобережну частину Києва, де розташовано значну кількість промислових підприємств та функціонує найбільший у басейні Дніпра комплекс очищення стічних вод – Бортиницька станція аерації (БСА). Правобережна частина міста вносить менший вклад у забруднення, переважно за рахунок енергетичних підприємств, стічні води яких віднесені до категорії «нормативно чисті без очистки». Внесок цієї групи підприємств у забруднення водних ресурсів не перевищує 1 % і має тенденцію до зниження завдяки впровадженню систем повторного та зворотного водоспоживання [1].

Водночас, значним чинником антропогенного навантаження на водні ресурси є активне використання у побуті та промисловості синтетичних мийних засобів, що призвело до появи у складі стічних вод нових, більш стійких до руйнування хімічних сполук [5]. Окремої уваги потребує проблема утилізації осадів стічних вод на БСА, оскільки їх накопичення створює додаткові ризики вторинного забруднення дніпровських водосховищ [3].

Узагальнені показники якості води за основними блоками забруднюючих речовин у складі стічних вод від різних секторів господарської діяльності у верхній частині Канівського водосховища за 2021 р. наведені в таблиці 3. Як показує аналіз, найбільший внесок у погіршення екологічного стану водойми здійснюють об'єкти комунального господарства: на їх частку припадає 96,78 % від загального обсягу скинутих стічних вод. У територіальному розрізі водогосподарських ділянок

найбільше навантаження зосереджується на акваторії в межах м. Києва, де скиди становили 86,84 % від загального обсягу (таблиця 2).

Таблиця 3

**Узагальнені показники скидів забруднюючих речовин у 2021 р.**

| Галузь економіки        | Об'єми стічних вод, млн. м <sup>3</sup> | Кількість забруднюючих речовин за основними блоками якості води, тонн |                                                  |              |                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
|                         |                                         | Компоненти соляового складу                                           | Гідрофізичні, біогенні та гідрохімічні показники | Важкі метали | Специфічні речовини токсичної дії |
| Промисловість           | 13,223                                  | 13387                                                                 | 1597,3                                           | 3,59         | 4,76                              |
| Сільське господарство   | 0,357                                   | 185                                                                   | 30,36                                            | 0,045        | 0,004                             |
| Комунальне господарство | 408,8                                   | 129180                                                                | 28182,2                                          | 21,02        | 36,35                             |
| Разом                   | 422,38                                  | 142752                                                                | 29809,86                                         | 24,655       | 41,114                            |

Висновок. Головними складовими забруднення водного середовища у верхній частині Канівського водосховища виступають речовини соляового походження, зокрема мінеральні елементи, сульфати та хлориди, частка яких становить 82,69 %. Іншу частину забруднень формують гідрофізичні, біогенні та гідрохімічні показники, до яких належать завислі речовини, сполуки амонійного азоту, нітрати, нітроти, фосфатні іони, а також інтегральні показники забруднення – хімічне та біохімічне споживання кисню (17,27 %).

Для визначення рівня природно-техногенної безпеки досліджуваної акваторії доцільним є застосування біоіндикаційного підходу. Використання цього методу забезпечує можливість виявлення характеру та масштабів забруднення за змінами у структурі й функціонуванні фітопланктонних угруповань, які найбільш чутливо реагують на вплив антропогенних чинників.

### Література

1. Василенко О. А., Литвиненко Л. Л. Рациональне використання та охорона водних ресурсів : навч. посіб. Рівне : НУ ВЕН, 2007. 246 с.
2. Державний водний кадастр: Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. Частина 2. Водосховища. Випуск 2. Басейн Дніпра (2016). Київ : ДСНС ЦГО, 2017.
3. Мальцев В. Г., Карпова Г. О., Зуб Л. М. Визначення якості води методами біоіндикації : науково-методичний посібник. Київ : Науковий центр екомоніторингу, 2011, 112 с.

4. Державний водний кадастр: Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Озера та водосховища, Басейн Дніпра. Київ : ЦГО, 2016. 341 с.
5. Архипова Л. М. Природно-техногенна безпека гідроекосистем : монографія. Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2011. 366 с.
6. Данилишин Б. М. Наукові основи прогнозування природно-техногенної безпеки. Київ : Лекс Дім, 2004. 552 с.
7. Спосіб визначення ступеня ураженості водної екосистеми: пат. 24345 Україна. № 85333; заявл. 11.11.13; опубл. 11.11.13, Бюл. № 14. 41 с.

*Melnyk Viktoriia*

*Kherson State Agrarian and Economic University  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine*

*Melnyk Valentyna*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Kyiv, Ukraine*

## **PROGRESS IN IMPLEMENTING THE EUROPEAN GREEN DEAL: LESSONS FOR RATIONAL NATURAL RESOURCE USE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

**Abstract.** The European Green Deal (EGD) represents a pivotal strategy for achieving climate neutrality by 2050, integrating environmental sustainability with economic and social goals. This study evaluates progress toward 154 EGD targets using a traffic light assessment system, revealing uneven advancements across sectors. While 21 % of targets are on track, 41 % require acceleration, highlighting challenges in rational natural resource use. Implications for sustainable development emphasize the need for enhanced policy implementation to align with UN Sustainable Development Goals (SDGs).

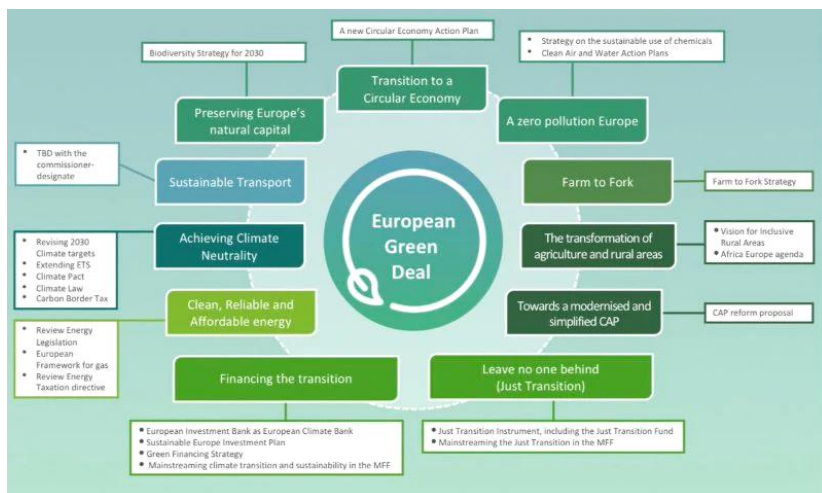
**Introduction.** The European Union (EU) faces escalating environmental challenges, including climate change, biodiversity loss, and resource depletion, necessitating rational natural resource management for sustainable development (EEA, 2025). The EGD, launched in 2019, aims to transform the EU into a climate-neutral economy by 2050, encompassing seven thematic areas: climate ambition, clean energy, circular economy, sustainable mobility, agricultural greening, biodiversity protection, and zero pollution (European Commission, 2019).



**Fig. 1.** Cover of the JRC Report on Delivering the EU Green Deal

This initiative aligns with SDGs, particularly SDG 13 (climate action) and SDG 15 (life on land), promoting a just transition (ECNO, 2025). Despite progress, disparities among Member States and external factors like the COVID-19 pandemic underscore the urgency for evaluation (IEEP, 2025). This analysis, based on the Joint Research Centre (JRC) report, assesses mid – 2024 progress to identify lessons for global sustainability efforts (Marelli et al., 2025).

**Methods.** The assessment draws from the JRC report, analyzing 154 quantifiable targets from 44 policy documents spanning 2019–2024 (Marelli et al., 2025). Targets were categorized into binding (87) and non-binding, evaluated using a traffic light system: green (on track), yellow (acceleration needed), red (regressing), and gray (no data). Data sources included Eurostat, European Environment Agency (EEA) reports, and sector-specific models, assuming linear trajectories where forecasts were unavailable (EEA, 2025). Progress was benchmarked against baselines like 1990 GHG emissions, incorporating national energy and climate plans (NECPs). This methodology ensures transparency and aligns with similar evaluations, such as the EEA’s 8th Environment Action Programme stocktake (EEA, 2025).



**Fig. 2. Schematic of the EU Green Deal methodology and thematic areas (European Commission, 2019)**

**Results.** The analysis of the European Green Deal (EGD) progress, based on the Joint Research Centre (JRC) report from 2025, reveals a complex landscape of achievements and challenges across its seven thematic areas (Marelli et al., 2025). Overall, out of the 154 evaluated targets, 32 (21 %) are on track (green), 64 (41 %) require acceleration (yellow), 15 (10 %) are regressing (red), and data are unavailable for 43 (28 %). Among the 87 binding targets, only 13 (15 %) are on track, indicating a significant gap in meeting legally mandated goals. The following detailed breakdown provides insights into each thematic area:

**Climate Ambition:** Greenhouse gas (GHG) emissions have decreased by 32.5 % since 1990, aligning with the EU's commitment to a 55 % reduction by 2030 compared to 1990 levels (ECNO, 2025). However, the current pace must double to meet this target, with projections suggesting a 50 % reduction with additional measures under the Fit for 55 package (Marelli et al., 2025). The Effort Sharing Regulation (ESR) sectors (transport, buildings, agriculture, waste, and small industry) have reduced emissions by 17 % since 2005, yet the 40 % target by 2030 remains elusive, rated yellow. The Land Use, Land Use Change, and Forestry (LULUCF) sector shows a red status, with carbon sinks declining due to natural disasters and deforestation, falling short of the 310 million tons CO<sub>2</sub>-equivalent removal goal by 2030 (ECNO, 2025). Methane emissions have dropped by 20.67 % since 2005,

but agricultural contributions (53 % of total) necessitate further acceleration (yellow).

**Clean, Affordable, and Secure Energy:** The share of renewable energy in total consumption rose to 23 % in 2022 from 21.9 % in 2021, yet the 42.5 % target by 2030 is yellow, with national energy and climate plans (NECPs) forecasting only 38.6–39.3 % (3E, 2025). Solar power is on track with 260 GW installed by 2023, nearing the 320 GW goal by 2025, while offshore wind (19 GW in 2023) and ocean energy (700 kW in 2023) lag behind their 60 GW and 1 GW targets, respectively (yellow). Energy efficiency shows regression, with final energy consumption at 940 million tonnes of oil equivalent (Mtoe) in 2022, far from the 763 Mtoe target by 2030 (Marelli et al., 2025). Building renovations and hydrogen production (6 GW electrolyzers by 2024) also require acceleration.

**Circular Economy:** Progress is noted in battery recycling, with lead-acid batteries on track, though other types lag (yellow). Plastic recycling targets (50–85 % by 2030) show mixed results, with some materials green and others yellow, while the circular material use rate remains stagnant at 11.7 %, rated red (Marelli et al., 2025). Food waste reduction (10–30 %) and critical raw material diversification need acceleration, reflecting challenges in shifting from recycling to prevention-focused strategies.

**Sustainable and Smart Mobility:** Transport GHG emissions are regressing, with a 90 % reduction target by 2050 rated red due to a pace 10 times slower than required (IEEP, 2025). Electric vehicle (EV) infrastructure, aiming for 3 million charging points by 2030, has reached only 730,000, rated yellow. Sustainable aviation fuels (SAF) and renewable fuels of non-biological origin (RFNBO) are on track at 1 % and developing, respectively, but maritime emission intensity increases pose a red flag.

**Greening the Common Agricultural Policy (CAP) and Farm-to-Fork (F2F):** Pesticide use has decreased by 33 % since 2015–2017, on track for a 50 % reduction by 2030 (green), though more hazardous pesticides show a 21 % drop with a 2021 uptick (yellow) (EEA, 2025). Organic farming covers 9.1 % of land (2020), with a 6.7 % compound annual growth rate toward the 25 % target (yellow). Nutrient losses are stable, and food waste reduction goals are unmet, indicating a need for intensified efforts.

**Preserving and Protecting Biodiversity:** The target to protect 30 % of land and seas by 2030 is at 26 % and 12 %, respectively, requiring acceleration (yellow), with only 3.5 % strictly protected (Marelli et al., 2025). Pollinator populations are declining (red), while forest restoration efforts are on track

with 23 million trees planted. Data gaps persist for river restoration and soil protection, where 450 km<sup>2</sup> are lost annually (red).

Zero Pollution Ambition: Air quality improves, with PM<sub>2.5</sub> reductions on track (green), but NO<sub>2</sub> levels regress (red) (EEA, 2025). Industrial emissions are decreasing toward a 40 % reduction by 2050 (green), yet microplastic and PFAS data are unavailable (gray), hindering full assessment of the zero-pollution goal.

These results underscore the need for targeted interventions to address regressing sectors and data deficiencies, providing a foundation for policy refinement.

The findings indicate significant but uneven EGD progress, with recent policies like Fit for 55 expected to yield future gains (Marelli et al., 2025). Challenges include financing gaps, data deficiencies, and socio-political barriers, potentially narrowing the agenda under the Clean Industrial Deal (IEEP, 2025). For rational natural resource use, lessons emphasize integrated approaches, such as enhancing circularity to reduce waste and promoting sustainable agriculture to preserve biodiversity (EEA, 2025). Globally, the EGD serves as a model for climate-neutral transitions, informing policies in non-EU contexts by prioritizing innovation and equity (ECNO, 2025). Future research should focus on scenario modeling to address emerging gaps, ensuring alignment with SDGs for a just, sustainable Europe.

**Conclusions.** The evaluation of the European Green Deal's progress highlights both notable successes and persistent challenges in achieving climate neutrality and sustainable development by 2050. The achievement of 21 % of targets being on track demonstrates the effectiveness of existing policies in areas such as solar energy deployment, pesticide reduction, and air quality improvements. However, the 41 % of targets requiring acceleration and 10 % regressing underscore the urgency of scaling up efforts, particularly in transport emissions, LULUCF carbon sinks, and biodiversity protection. The significant data gaps (28 %) further emphasize the need for enhanced monitoring and reporting systems to ensure informed decision-making. For rational natural resource use, the EGD provides critical lessons, including the importance of integrating renewable energy, circular economy principles, and sustainable agricultural practices to balance economic growth with environmental preservation. For the EU and beyond, these findings advocate for increased investment in green infrastructure, stronger international cooperation, and adaptive policy frameworks to address emerging environmental threats. Continued commitment to the EGD's goals, supported

by robust scientific analysis and stakeholder engagement, will be essential to realizing a sustainable and equitable future.

### References

1. 3E. (2025, August 11). 2025 Forecast: Big Changes for the EU Green Deal – Part 1. <https://www.3eco.com/article/2025-eu-green-deal-part-1/>
2. European Commission. (2019). Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: The European Green Deal (COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN>
3. European Environment Agency. (2025a, September 28). State of Europe's environment not good: threats to nature and human health. <https://www.eea.europa.eu/en/newsroom/news/state-of-europes-environment-2025>
4. European Environment Agency. (2025b, September 28). Europe's environment and climate: knowledge for resilience and transformation. <https://www.eea.europa.eu/en/europe-environment-2025/main-report>
5. European Climate Neutrality Observatory. (2025, September 3). 2025 Report: State of EU progress to climate neutrality. <https://climateobservatory.eu/report/2025-report-state-eu-progress-climate-neutrality>
6. GIS Reports. (2020). European Green Deal: Reaching for the stars. <https://www.gisreportsonline.com/r/european-green-deal/>
7. Institute for European Environmental Policy. (2025, June 10). European Green Deal Barometer 2025. <https://ieep.eu/publications/european-green-deal-barometer-2025/>
8. Marelli, L., Trane, M., Barbero Vignola, G., Gastaldi, C., Guerreiro Miguel, M., Delgado Callicó, L., Borchardt, S., Mancini, L., Sanye Mengual, E., Gourdon, T., Maroni, M., Georgakaki, A., Seigneur, I., M'Barek, R., Acs, S., & Listorti, G. (2025). Delivering the EU Green Deal – Progress towards targets. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/3105205>

*Мельник В. І., Лісецький В. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Мельник В. І.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Київ, Херсон, Україна*

## ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ

Циркулярна економіка розглядається як сучасна концепція розвитку виробництва, що ґрунтується на раціоналізації використання ресурсів, мінімізації втрат та зменшенні антропогенного навантаження на навколишнє середовище. У вітчизняних умовах особливої актуальності ця модель набуває у сфері агропромислового комплексу, який є одним із ключових драйверів економіки України, проте характеризується значними обсягами відходів та супутніми екологічними ризиками.

На відміну від традиційної лінійної моделі «виробництво – споживання – відходи», концепція економіки замкнутого циклу орієнтується на створення замкнутих потоків матеріалів та енергії. Її впровадження у сільському господарстві зумовлюється необхідністю підвищення ресурсоефективності, запобігання утворенню відходів і формування передумов сталого розвитку.

У науковій літературі виокремлюють низку принципів, що становлять основу бізнес-моделей циркулярної економіки: **екодизайну, ремонтування й повторного використання, обміну ресурсами та продукцією, запобігання утворенню відходів.**

Сутність **принципу екодизайну** полягає у проєктуванні продукції та технологій із урахуванням усіх етапів життєвого циклу з метою мінімізації екологічних втрат. У контексті аграрного сектору це означає розроблення техніки з підвищеним рівнем енергоефективності, застосування біорозкладних матеріалів та зменшення кількості відходів. Прикладом є діяльність ТОВ «Орій», яке з 2003 року займається виробництвом орґано-мінеральних добрив на основі рослинних решток.

Підхід, що передбачає **ремонтування і повторне використання** забезпечує продовження строку експлуатації сільськогосподарської техніки, оптимізацію витрат виробників і зменшення потреби у виробництві нових машин. У цьому контексті показовою є діяльність компанії «АсконаАгро», яка спеціалізується на ремонті та модернізації техніки провідних світових брендів.

**Моделі обміну ресурсами та продукцією** передбачають кооперацію між агровиробниками на основі взаємного використання матеріалів, технологій, знань або готової продукції. Зокрема, ініціатива AgroHub сприяє інтеграції фермерських господарств для спільного використання ресурсів та зниження втрат.

Принцип **запобігання утворенню відходів** реалізується через технології переробки біомаси у добрива, біогаз або компост. Прикладом є проєкти GreenAgro, орієнтовані на перетворення органічних залишків сільськогосподарського виробництва у відновлювані ресурси.

Розвиток циркулярних практик в аграрному секторі України має значний потенціал, з огляду на вагомість агропромислового комплексу для національної економіки та глобальні тенденції щодо скорочення екологічного сліду виробництва. Водночас важливим чинником прискорення процесів трансформації виступає державна підтримка у формі цільових програм, грантових ініціатив і субсидій для підприємств, що впроваджують інноваційні технології замкнутого циклу.

Отже, інтеграція принципів циркулярної економіки в аграрному секторі України є стратегічно необхідним напрямом, що сприяє підвищенню ефективності використання ресурсів, зменшенню обсягів відходів та посиленню конкурентоспроможності на світових ринках. Екодизайн, ремонтування і повторне використання техніки, моделі обміну та комплексна переробка органічних залишків є базовим інструментарієм реалізації цієї концепції у практиці вітчизняного сільського господарства.

### Література

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
2. AgroHub. URL: <https://agrohub.ua>
3. Виробництво біодобрив в Україні. URL: <http://ecoplant.ua/>
4. Гнап А., Кабанов О., Присяжнюк М., Гринько А. Басиста Я., Міронова Н. Огляд сучасної політики ЄС у сфері низьковуглецевої та циркулярної економіки. URL: <https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/2024/02/Lurydychnyj-zvit.pdf>
5. Ремонт та відновлення запчастин для сільгосподарської техніки. URL: <https://task-agro.com.ua/>
6. Зелені практики, компостування, зелені ініціативи в країнах Європи URL: <https://zerowaste.org.ua/2023/06/22/kompostuvannya-v-krayinah-yevropy/>

*Мотузна О. Є., Бойко Т. О., Міхнова А. В.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

*м. Херсон, Україна*

## **ЕКОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ДОБОРУ РОСЛИН ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЗИМОВИХ САДІВ**

Одним з особливих видів озеленення інтер'єру є створення зимового саду. Зимовим садом називається спеціально відведений під озеленення приміщення, в якому на обмеженій площі розміщують рослини в поєднанні з елементами малої архітектури і по можливості з використанням води та каменю. Це один з найбільш складних видів озеленення приміщення, що вимагає знання декоративного садівництва, інженерного мистецтва і архітектури [3].

Зимовий сад – один з найскладніших прийомів використання рослин в інтер'єрі. І для нього потрібне окреме приміщення, розташоване всередині будівлі або прибудоване зовні.

Для створення зимового саду, який функціонуватиме протягом усього року, доцільно вибирати рослини, що не мають вираженого періоду спокою та здатні підтримувати стабільний фізіологічний ритм незалежно від погодних змін [2]. У приміщеннях із постійним температурним режимом оптимально ростуть представники середземноморської флори та види, придатні до контейнерного вирощування. Навіть у відносно прохолодних зимових садах, де температура короткочасно може знижуватись до незначних від'ємних значень, можливе успішне вирощування рослин із регіонів з чітко вираженою сезонною динамікою клімату. Формування асортименту таких насаджень передбачає широкий спектр життєвих форм, адаптованих до різних географічних поясів і функціональних призначень [5].

Водночас, не всі традиційні кімнатні рослини здатні успішно існувати в умовах зимового саду. До групи стабільно декоративних рослин належать види, що зберігають естетичну цінність протягом року (зокрема, фікуси, пальми, заміокулькаси, драцени) [1]. На противагу цьому, тимчасово декоративні культури, які втрачають свою декоративність або навіть гинуть після періоду інтенсивного цвітіння (цинерарія гібридна, кальцеоларія, ескадум, а також цикламен, антуріум, азалія, пуансетія) [6, 8], можна використовувати лише як короткочасний акцент, оскільки вони потребують тривалого періоду відновлення. Тому саме рослини з тривалою та стабільною декоративністю складають основу постійних фітомодулів зимового саду.

Вирішальним критерієм вибору видового складу рослин для зимових садів є екологічні властивості конкретного приміщення. Незважаючи на технічну можливість штучного моделювання практично будь-яких мікрокліматичних умов, численні спостереження доводять, що рослини, підібрані відповідно до природно сформованих умов середовища (з мінімальною корекцією у вигляді додаткового освітлення, зволоження або вентиляції), характеризуються вищою життєздатністю та декоративністю порівняно з тими, що утримуються в повністю штучному мікрокліматі.

Домінуючими факторами, що визначають доцільність вирощування певних видів, є рівень освітленості та температура [4, 8]. Найсприятливіших умов можна досягти, орієнтуючи світлові отвори на південь, південний схід або південний захід, що забезпечує достатню кількість інсоляції. У таких зимових садах можна успішно культивувати світлолюбні види – пальми, сукуленти, цитрусові, гібіскуси, абутилоні та інші тропічні або субтропічні рослини. Водночас варто враховувати їх реакцію на інтенсивне сонячне випромінювання [8]: прямі сонячні промені добре переносять переважно кактуси та інші форми сукулентів, тоді як решта видів потребують затінення.

Одним із ключових факторів, що визначає придатність приміщення для створення зимового саду, є рівень відносної вологості. Для більшості декоративно-листяних і квітучих кімнатних рослин оптимальною вологістю вважається 75–80 % [7], тоді як комфортні показники для людини зазвичай не перевищують 45–50 %. Це свідчить про те, що в зимовому саду, умови якого максимально наближені до вологих тропічних біотопів, людині може бути не зовсім комфортно через надмірне насичення повітря водяною парою.

У випадках, коли зимовий сад інтегрований у житловий простір або функціонує як рекреаційна зона в інтер'єрі, виникає необхідність переглянути видовий склад рослин. Пріоритет надається видам, здатним підтримувати стабільний стан в умовах низької вологості, без ризику порушення водного балансу та втрати декоративності. До таких груп належать численні фікуси, представники родини ароїдних (ароїдні), фатсії, бакарнеї, деякі види сукулентів та інші рослини, фізіологічно стійкі до відносно сухих умов навколишнього середовища.

Таким чином, вибір концепції зимового саду, незалежно від того, чи є він тропічним, субтропічним чи змішаним типом, повинен базуватися, перш за все, на аналізі реальних умов середовища приміщення. Первинність біофізичних характеристик (температури, вологості, освітлення та

вентиляції) є більш значущою, ніж архітектурні рішення чи естетичні побажання замовника, оскільки саме дотримання екологічних умов визначає довговічність та стійкість фітокомпозицій.

Отже, проектування захищеного простору зимового саду розглядається як багатофакторний синтез різноманітних сфер діяльності людини та її взаємодії з природним середовищем, що в свою чергу є в певному сенсі відображенням складного художнього та функціонального контексту цього напрямку. З метою всебічного вивчення поставленої проблеми, було використано низку наукових методів, що дозволили проаналізувати предмет дослідження з різних точок зору. Сюди входять комплексний метод, діалектичний, систематизації та узагальнення.

### Література

1. Гнатюк Н. О. Кімнатні рослини та фітодизайн інтер'єрів : навч. посіб. Львів : Новий Світ–2000. 2020. 256 с.
2. Бойко Т. О., Дементьєва О. І., Бойко П. М., Котовська Ю. С., Теленга К. О. Досвід використання *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H. Wendl. в озелененні ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». Do desenvolvimento mundial como resultado de realizações em ciência e investigação científica : Coleção de trabalhos científicos «ΛΟΓΟΣ» com materiais da conferência científico-prática internacional. 2020. Vol. 1, 9 de outubro de 2020. Lisboa, Portugal: Plataforma Científica Europeia. 102–106.
3. Бойко Т., Азарова А., Теленга К. Обґрунтування асортименту декоративних рослин для створення зимового саду в Херсонському державному аграрно-економічному університеті. *Modalități conceptuale de dezvoltare a științei moderne*. 2020. Volumul 1. 80–84.
4. Єфімов С. О., Ковальчук В. П. Основи декоративного рослинництва : підручник. Харків : ХНАУ. 2017. 428 с.
5. Клименко З. К. Флористика і декоративне рослинництво : монографія. Київ : Фітосоціоцентр. 2016. 380 с.
6. Huxley A. The New Royal Horticultural Society Dictionary of Gardening: in 4 vols. London : Macmillan Press. 1999. 1234 p.
7. Nelson P. V. Greenhouse Operation and Management. 7th ed. Boston : Pearson, 2012. 468 p.
8. Brickell C. Encyclopedia of Garden Plants. New York : Dorling Kindersley. 2011. 744 p.

*Наумовська О., Лелюшок С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
м. Київ, Україна*

*Молдован Л.*

*Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»  
(ДУ «Держґрунтохорона»)*

## ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПЛАСТИКУ В ҐРУНТІ

Відомо, що ґрунт в більшій мірі накопичує, порівняно з іншими наземними екосистемами, мікропластик, а екологічні ризики поширення і накопичення його в довкіллі потребують пошуку альтернативних стратегічних рішень, що підтверджується в міжнародних програмах (резолюція ООН про розробку проекту зменшення забруднення пластиком) [1]. За прогнозами до 2050 року світове річне виробництво пластикових виробів досягне 292 млрд тонн, а річне утворення пластикових відходів на сміттєзвалищах становить 24,5 млн тонн [2]. За останніми узагальненими оцінками в Україні щороку утворюється близько 1,0–1,8 млн тонн пластикових відходів [3], а частка їх переробки складає лише 2%, що є найнижчим показником серед країн Європи. Це є передумовою значних екологічних ризиків надходження в компоненти довкілля саме пластикових відходів.

Не достатній рівень переробки пластикових відходів, які розміщуються на полігонах чи несанкціонованих сміттєзвалищах під дією умов навколишнього середовища, переважно ультрафіолетового випромінювання, механічного подрібнення, хімічного гідролізу і мікробіологічним розкладом призводить до утворення полімерних частинок розміром  $\leq 5$ , які є мікропластиком [4]. З сміттєзвалищ пластик переноситься на прилегли до них території, надходити в підземні води через фільтрат і поверхневий стік, посилюючи накопичення в компонентах довкілля. Поширеними типами мікропластику в навколишньому середовищі, які мають волокнисту, гранульовану і фрагментовану структуру є поліетилен, полістирол, полівінілхлорид, поліпропілен, полістирол, полівінілхлорид, поліетилентерефталат, поліамід і поліуретан [5]. Незалежно від типу мікропластику він має тривалий період розкладу (табл.), чим викликає додаткові екологічні ризики впливу на біологічні і фізичні характеристики екосистем. Їх висока стійкість становить загрозу для біорізноманіття і здоров'я людини з причини високої біоаккумуляції і виділення токсичних сполук. Для агроекосистем екологічні ризики проявляються через вплив на продуктивність сільськогосподарських угідь.

Таблиця 1

## Розкладання основних видів пластику та продукти їх деградації

| Категорія пластику          | Приклади виробів                          | Орієнтовний час розкладу в довкіллі | Основні продукти розкладу (сполуки)                                                                        | Потенційна токсичність                            |
|-----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Поліетилен (PE, HDPE, LDPE) | Пакети, плівка, пляшки для миючих засобів | 100–400 років                       | Метан (CH <sub>4</sub> ), етилен (C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ), CO, CO <sub>2</sub> , органічні кислоти | Помірна, спричиняє накопичення мікропластику      |
| Поліпропілен (PP)           | Кришки, контейнери, одноразовий посуд     | 100–300 років                       | Пропен, ацетальдегід, формальдегід, кетони, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                             | Токсичні альдегіди, утворення мікропластику       |
| Полівінілхлорид (PVC)       | Труби, віконні рами, штучна шкіра         | 200–500 років                       | Хлороводень (HCl), фосген, ПАВ, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                                         | Висока токсичність, можливе утворення діоксинів   |
| Полістирол (PS)             | Одноразовий посуд, пінопласт              | 200–500 років                       | Стирол, бензен, толуен, етилбензен, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                                     | Висока токсичність; стирол – канцероген           |
| Поліетилен-терефталат (PET) | Пляшки для води, синтетичні волокна       | 100–450 років                       | Терефталева кислота, етиленгліколь, фталати, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                            | Ендокринні порушення через фталати                |
| Поліамід (PA, нейлон)       | Текстиль, рибальські сітки                | 30–200 років                        | Капролактамі, аміак, нітрильні сполуки, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                                 | Помірна токсичність; забруднення вод              |
| Поліуретан (PU)             | Губки, поролон, лакофарбові покриття      | 100–1000 років                      | Ізоціанати, аніліни, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                                                    | Дуже токсичні ізоціанати, шкідливі для дихання    |
| Полікарбонат (PC)           | Диски, багаторазові пляшки                | 100–500 років                       | Бісфенол-А (BPA), феноли, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O                                               | Висока токсичність, BPA – гормональний деструктор |
| Біопластики (PLA, PHA, PHB) | Біорозкладні пакети, посуд                | 1–5 років (у компості)              | Молочна кислота, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, метан                                                 | Низька токсичність, екологічно безпечні           |

**Примітка:** Час розкладу залежить від температури, наявності кисню, ультрафіолету та активності мікроорганізмів. PVC, PU та PS під час спалювання можуть утворювати діоксини, фурани й інші небезпечні органічні сполуки.

Ускладнення аналітичного дослідження вмісту мікропластику в довкіллі полягає у відсутності апробованої методики його визначення і нині над цим працюють вчені. Глобальне забруднення мікропластиком ґрунтів тісно пов'язано зі змінами клімату.

Для України, окрім недостатнього рівня повторної переробки пластику значними ризиками є забруднення оптоволоконном та його депонування і тривалого періоду розкладу (з вивільненням забруднюючих сполук) в компонентах довкілля в зонах застосування воєнної техніки.

### Література

1. Draft resolution-end plastic pollution: towards an international legally binding instrument, (accessed Aug 6, 2024). [https://enviliance.com/regions/others/global/report\\_5800](https://enviliance.com/regions/others/global/report_5800).
2. Zhao S, Kvale KF, Zhu L, Zettler ER, Egger M, Mincer TJ, Amaral-Zettler LA, Lebreton L, Niemann H, Nakajima R. The distribution of subsurface microplastics in the ocean. *Nature*. 2025; 641 (8061): 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.138948>.
3. Boichenko, S., Zholtaily, S., Shkilniuk, I., KuberskyiI., & LevandovskyiI. (2024). Analysis of the potential for production of composite motor fuel from waste plastics and polyethylene and waste tires in Ukraine. *System Research in Energy*, (4 (80), 41–55. <https://doi.org/10.15407/srenergy2024.04.041>.
4. Koelmans, A. A., Redondo-Hasselerharm, P. E., Nor, N. H.M. *et al.* Risk assessment of microplastic particles. *Nat Rev Mater* 7, 138–152 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41578-021-00411-y>.
5. Ammendolia J and Walker TR (2024). Consistently inconsistent: The false promise of 'sustainable' plastics. *Cambridge Prisms: Plastics*, 2, e8, 1–4. <https://doi.org/10.1017/plc.2024.9>.

**Овезмирадова О. Б., Арканов В. В.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

### **ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ БІОСТИМУЛЯТОРАМИ НА СТАН ПОСІВІВ В ОСІННЬО-ЗИМОВИЙ ПЕРІОД**

Оптимальний ріст і розвиток рослин на початку вегетаційного періоду є визначальним фактором формування стабільного врожаю. Пшениця озима, як і інші культури, на початку вегетації досить чутлива до біотичних та абіотичних факторів [4]. Для отримання дружних сходів

та подальшого оптимального росту рослин, насіння пшениці перед сівбою протруюють, що значною мірою дозволяє мінімізувати вплив збудників хвороб та шкідників [5]. Натомість в останні роки, враховуючи зміни клімату, під час посіву пшениці часто спостерігаються несприятливі погодні умови, що суттєво впливають на проростання насіння та подальший ріст рослин. У посушливі роки схожість насіння може суттєво знижуватися, що призводить до зрідження посівів на понад 30 % [6]. Встановлено, що формування врожайності пшениці на 20–30 % залежить від погодних умов, а в роки з екстремальними погодними явищами – на понад 60–70 % [6, 7].

У зв'язку з цим, на особливу увагу заслуговує застосування біостимуляторів, до складу яких входять різні фізіологічно активні речовини, зокрема, вітаміни, мікроелементи, органічні речовини, антибіотики та інші речовини. Застосування цих препаратів при обробці насіння сприяє кращому його проростанню, активному формуванню кореневої системи та вегетативних органів [8]. Метою наших досліджень було вивчення впливу передпосівної обробки насіння пшениці озимої біостимуляторами на показники польової схожості та визначення стану посівів після перезимівлі.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. в умовах господарства. Дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методик [1–3]. Схема досліду включала наступні варіанти: 1) Контроль; 2) Емістим С, в.с.р., (10 мл/т); 3) Екостим, в.с.р., (15 мл/т); 4) Ендофіт L1, в.с.р., (10 мл/т); 5) Марс EL, (0,2 л/т). Облікова площа ділянок складала 20 м<sup>2</sup>. Повторність досліду 3-кратна.

**Результати досліджень.** Схожість насіння впливає на густоту стояння рослин, в т.ч. формування загального і продуктивного стеблостою від яких значною мірою залежить урожайність культури. Зниження схожості насіння на 1 % призводить до зниження рівня врожайності зернових культур на 1–1,5 % [7].

За результатами проведених досліджень, встановлено, що використання біостимуляторів впливало на схожість насіння в польових умовах (табл. 1).

Так, при застосуванні досліджуваних препаратів спостерігалось збільшення польової схожості насіння у сорту Колонія на 12,05–18,15 %, сорту Нордіка – на 13,1–17,95 % у порівнянні з контрольним варіантом. Варто відмітити, що під час посіву пшениці вологість ґрунту була задовільною, що певною мірою також впливало на схожість насіння при випробуванні біостимуляторів.

Таблиця 1

**Вплив застосування біостимуляторів на схожість насіння  
пшениці озимої, 2024–2025 рр.**

| Варіант            | Сорт Колонія                                     |                             | Сорт Нордіка                                     |                             |
|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
|                    | кількість насіння, що зійшло, шт./м <sup>2</sup> | польова схожість насіння, % | кількість насіння, що зійшло, шт./м <sup>2</sup> | польова схожість насіння, % |
| Контроль           | 314,6                                            | 78,65                       | 308,4                                            | 77,1                        |
| Емістим С, в.с.р.  | 362,8                                            | 90,7                        | 360,8                                            | 90,2                        |
| Екостим, в.с.р.    | 376,1                                            | 94,02                       | 362,4                                            | 90,6                        |
| Ендوفіт L1, в.с.р. | 380,3                                            | 95,07                       | 373,6                                            | 93,4                        |
| Марс EL            | 387,2                                            | 96,8                        | 380,2                                            | 95,05                       |

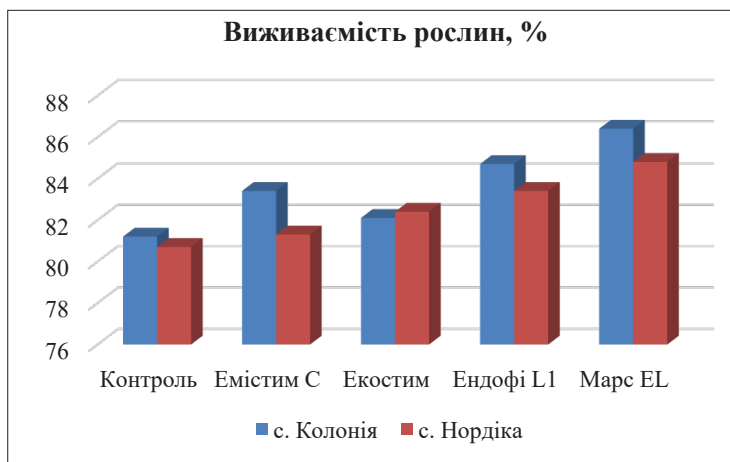
Найбільшу кількість сходів пшениці відмічено у варіанті із застосуванням препарату Марс EL, що дозволило отримати у 1,23 рази більший показник в порівнянні з контрольним варіантом.

Застосування інших досліджуваних біостимуляторів забезпечувало збільшення польової схожості насіння в порівнянні з контрольним варіантом, зокрема для сорту Колонія у 1,15–1,2 раза та для сорту Нордіка у 1,17–1,21 раза, проте в порівнянні з варіантом, в якому застосовувався препарат Марс EL, їх ефективність була дещо нижчою.

Стан озимих культур у зимовий період є важливою складовою формування майбутніх врожаїв. Серед факторів, що впливають на перезимівлю рослин, визначальними є добір морозо- та зимостійких сортів, вчасна сівба, протруєння насіння та збалансоване живлення рослин [9]. За оптимальних умов восени зернові культури до початку стійкого зниження температури формують кореневу систему, вузол кушення, листки та бічні пагони, що сприяє успішному загартуванню та перезимівлі рослин [10].

Передпосівна обробка насіння біостимуляторами дозволяє збалансувати живлення рослин на початкових етапах росту і розвитку, підвищити стійкість до несприятливих умов. За даними [10], обробка насіння біологічними препаратами сприяла підвищенню збереженості рослин під час перезимівлі до 96–97,1 %.

За результатами проведених нами обліків відмічено, що застосування біостимуляторів при передпосівній обробці насіння впливає на перезимівлю рослин пшениці (рис. 1).



**Рис. 1. Вплив біостимуляторів на перезимівлю рослин пшениці озимої, 2024–2025 рр., %**

Застосування досліджуваних біопрепаратів сприяло збереженню посівів пшениці залежно від сорту на 0,6–5,2 % в порівнянні з контрольним варіантом. Варіант із обробкою насіння препаратом Марс EL, забезпечував найкращі показники перезимівлі рослин, які для сорту Колонія складала – 86,4 % та для сорту Нордіка – 84,8 %, що у 4,1–5,2 рази більше в порівнянні з контролем та у 1,01–1,04 рази – в порівнянні з іншими досліджуваними біопрепаратами.

Висновки. В агроекологічних умовах Лісостепу передпосівна обробка насіння пшениці озимої біостимуляторами забезпечує збільшення польової схожості на 12,05–18,15 % залежно від сорту. Застосування біостимуляторів при обробці насіння сприяє збільшенню збережаності рослин пшениці сорту Колонія після перезимівлі у 2,2–5,2 рази, сорту Нордіка – 0,6–41 рази.

#### Література

1. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель ; за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
2. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Ермантраут Е. Р. та ін. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
3. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. В. Кононученко, В. С. Куценко, А. А. Осипчук. Немішаєве, 2002. 182 с.

4. Замліна Н. П., Вологдіна Г. Б. Адаптивний потенціал нових сортів озимої м'якої пшениці та строків їх сівби. *Проблеми підвищення адаптивного потенціалу системи рослинництва у зв'язку зі зміною клімату* : матеріали міжнародної наук.-практ. конф. Біла Церква. 2008. С. 32.
5. Овезмирадова О. Б., Глушаниця О. В., Гуторчук Д. В. Вплив протруйників на розвиток фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої в умовах Лісостепу. *Екологічна безпека та збалансоване природокористування в агропромисловому виробництві* : збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених. Поліський національний університет, 25 жовт. 2022, С. 20–22.
6. Dmitrenko V. K. Dependence of winter wheat yield on moisture conditions. *Bulletin of the All-Russian Corn Research Institute*. Dnepropetrovsk. 1983. Issue 2 (62). P. 39–44.
7. Задонцев А. І., Бондаренко В. І., Повзик М. М. Зимостійкість, вологозабезпеченість та продуктивність озимої пшениці в степу УРСР. *Озима пшениця на Україні*. Київ, 1965. С. 64.
8. Передпосівна обробка насіння/ Авраменко С., Красиловець Ю., Цехмейструк М. та ін. *Агрономія сьогодні*. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/ahraryni-kultury/item/366-peredposivna-obrobka-nasinnia.html>
9. Сивоконюк М. В. Фізіолого-біохімічні аспекти впливу строків та глибини сівби на морозостійкість озимої пшениці. *Наук.-техн. бюлетень МУП ім. В. М. Ремесла*. 2002. Вип. 2. С. 172.
10. Поліщук В. В. Перезимівля пшениці озимої та формування елементів структури урожаю. *Аграрні інновації*. 2023. № 21. С. 183–187.

**Овезмирадова О. Б., Блаута М. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ ПРОТИ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА ПРИ ВИРОЩУВАННІ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПОЛІССЯ**

В межах України колорадський жук є домінуючим фітофагом в агроценозах картоплі, шкодочинність якого спричиняє суттєві втрати врожаю, внаслідок пошкодження листової поверхні та порушення процесу фотосинтезу рослин [8]. Проте наразі в більшості господарств система захисту рослин від колорадського жука переважно зводиться до тривалого й інтенсивного використання хімічних інсектицидів.

Це обумовлює формування резистентності популяцій шкідника до діючих речовин препаратів, що суттєво знижує їх ефективність, призводить до порушення природних трофічних зв'язків, зниження екологічної стійкості та продуктивності фітоценозів [5, 6]. У зв'язку з цим в агровиробництві особливого значення набуває застосування біопрепаратів, як альтернативних, екологічно безпечних методів захисту рослин [7, 10]. Проте, незважаючи на суттєві переваги таких засобів, наразі їх використання у системі захисту сільськогосподарських культур залишається обмеженим, що зумовлює необхідність проведення досліджень оцінки їх ефективності.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. в умовах господарства ФГ «Наша Вікторія» Житомирського району Житомирської області. Дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методик [1–3]. Схема досліду включала наступні варіанти: 1) Контроль (обробка водою); 2) Еталон – Актара, 25 WG в.г., (0,8 кг/га); 3) Актосвіт, 0,2 % к.е., (4 л/га); 4) Колорадоцид, р., (6 л/га); 5) Актосвіт, 0,2 % к.е., (2 л/га) + Колорадоцид, р., (3 л/га). Облікова площа ділянок складала 20 м<sup>2</sup>. Повторність досліду 3-кратна.

**Результати досліджень.** Кліматичні умови, характерні для України, сприяють активному розвитку та розмноженню колорадського жука в усіх регіонах агровиробництва [4]. Висока шкодочинність цього шкідника, що проявляється в пошкодженні фітомаси, зниженні фотосинтетичної здатності рослин та зменшенні врожайності, зумовлює необхідність особливої уваги до планування ефективних заходів контролю його чисельності.

В результаті проведених досліджень, встановлено, що обробка рослин картоплі біопрепаратами сприяла зменшенню кількості личинок колорадського жука в порівнянні з контрольним варіантом у 4,24–5,66 рази (табл. 1).

Сумісне застосування препаратів Актосвіт 0,2 % к.е. (2 л/га) та Колорадоцид, р. (3 л/га) дозволило досягти найвищої ефективності серед досліджуваних біопрепаратів – 94,2 %, що на 0,8 % більше в порівнянні з інсектицидом Актара, 25 WG в.г., прийнятим за еталон.

Роздільне внесення препаратів Актосвіт, 0,2 % к.е., (4 л/га) та Колорадоцид, р. (6 л/га) забезпечувало зниження чисельності шкідників на 92,4 та 91,9 %, що в порівнянні з еталоном менше на 1,0 та 1,5 % відповідно.

Ефективний контроль за поширенням колорадського жука є важливим заходом для збереження врожайності картоплі. Несвоєчасне

проведення захисних заходів призводить до зниження врожайності бульб на 50–80 %, зменшення їх розміру, зниження вмісту крохмалю та білку [9]. У результаті проведених досліджень, встановлено, що обробка рослин біопрепаратами проти колорадського жука забезпечила збільшення врожайності картоплі у 2,42–2,50 раза в порівнянні з контрольним варіантом (табл. 2).

Таблиця 1

**Ефективність застосування біологічних препаратів для захисту картоплі від колорадського жука, 2024–2025 рр.**

| Варіант                               | Кількість шкідників до обробки, екз./рослину | Кількість шкідників після обробки на день обліку, екз./рослину |      |      | Ефективність, % |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------|------|-----------------|
|                                       |                                              | 3-й                                                            | 7-й  | 14-й |                 |
| Контроль (обробка водою)              | 16,5                                         | 17,2                                                           | 18,4 | 21,2 |                 |
| Еталон – Актара, 25 WG в.г.           | 15,2                                         | 0,8                                                            | 0,9  | 1,0  | 93,4            |
| Актофит, 0,2 % к.е.                   | 15,8                                         | 0,9                                                            | 1,0  | 1,2  | 92,4            |
| Колорадоцид, р.                       | 14,8                                         | 1,3                                                            | 1,2  | 1,2  | 91,9            |
| Актофит, 0,2 % к.е. + Колорадоцид, р. | 15,5                                         | 1,1                                                            | 1,0  | 0,9  | 94,2            |
| НІР <sub>0,05</sub>                   |                                              |                                                                |      |      | 0,03            |

Таблиця 2

**Вплив біологічних препаратів на урожайність картоплі, 2024–2025 рр.**

| Варіант                               | Урожайність |                 |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|
|                                       | т/га        | +/- до контролю |
| Контроль (обробка водою)              | 10,7        |                 |
| Еталон – Актара, 25 WG в.г.           | 26,6        | + 15,9          |
| Актофит, 0,2 % к.е.                   | 26,2        | + 15,5          |
| Колорадоцид, р.                       | 25,9        | + 15,2          |
| Актофит, 0,2 % к.е. + Колорадоцид, р. | 26,8        | + 16,1          |
| НІР <sub>0,05</sub>                   |             | 0,2             |

Серед досліджуваних варіантів найбільшу врожайність картоплі відмічено при сумісному застосуванні біологічних препаратів Актофит 0,2 % к.е. (2 л/га) та Колорадоцид, р. (3 л/га), яка становила 26,8 т/га, що на 16,1 т/га більше в порівнянні з контрольним варіантом

та на 0,2 т/га – в порівнянні з еталоном Актара, 25 WG в.г. Проте, досить високу врожайність забезпечували й інші досліджувані варіанти захисту. Зокрема, у порівнянні з контрольним варіантом обробка рослин Актотітом 0,2 % к.е. у нормі 4 л/га дозволила отримати прибавку врожаю бульб картоплі на рівні 15,5 т/га, Колорадоцидом, р. – на 15,2 т/га.

Висновки. Обробка біопрепаратами забезпечує ефективність захисту рослин картоплі від колорадського жука на 91,9–94,2 % та сприяє збільшенню врожайності у 2,42–2,50 раза. Серед досліджуваних засобів найбільшу ефективність забезпечує сумісне застосування препарату Актотіт 0,2 % к.е. з нормою витрати 2 л/га та Колорадоцид, р. з нормою 3 л/га.

### Література

1. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель ; за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
2. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Ермантраут Е. Р. та ін. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
3. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. В. Кононученко, В. С. Куценко, А. А. Осипчук. Немішасве, 2002. 182 с.
4. Бойко Ю. В. Сезонна динаміка шкідливості колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata*) в Західному Лісостепу України. *Вісник Львівського державного аграрного університету. Сер. Агрономія*. 2012. № 16. С. 401–406.
5. Бойко Ю. В. Ефективність сучасних інсектицидів проти колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata*) на картоплі. *Стан та перспективи розвитку захисту рослин* : матеріали наук.-практ. конф. Київ, 2013. С. 21.
6. Санін В. А. Колорадський жук і заходи боротьби з ним. Київ : Урожай, 2009. 49 с.
7. Овезмирадова О. Б. Агроекологічні аспекти застосування регуляторів росту при вирощуванні ячменю ярого. *Scientific Progress & Innovations*. 2025.
8. Довідник із захисту рослин / Л. І. Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв та ін. ; під ред. М. П. Лісового. Київ : Урожай, 1999. 744 с.
9. Положенець В. М. Технологія вирощування картоплі на Житомирщині. Житомир : Житомирська обласна друкарня. 2004. 71 с.
10. Соломійчук М. П., Кордулян Ю. В. Застосування біологічного захисту картоплі від колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) та фітофторозу (*Phytophthora infestans* (MONT) DE BARY.). *Захист і карантин рослин*. 2018. Вип. 64. С. 208–218.

*Овезмирадова О. Б., Стефанюк Р. І.  
Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ПРОТИ ЯБЛУНЕВОЇ ПЛОДОЖЕРКИ В УМОВАХ ПОЛІССЯ**

Яблунева плодожерка є одним із найбільш поширених шкідників плодових насаджень. За даними багатьох дослідників, шкодочинність цього виду полягає у пошкодженні плодів, що призводить до зниження товарної якості врожаю, погіршення лежкості плодів, втрат урожайності на 30–80 % [4–6]. З огляду на це, обмеження чисельності яблуневої плодожерки є важливим заходом в системі захисту насаджень яблуні. Наразі хімічний захист залишається найбільш поширеним способом регулювання чисельності шкідника. Ефективність застосування інсектицидів забезпечується за умови проведення обробок у період масового відродження гусениць, коли шкідник перебуває у відкритих стадіях розвитку [5]. Проте, багаторазове застосування хімічних препаратів сприяє розвитку резистентності шкідника та негативно впливає на фітоценоз [4]. В останні роки, через екологічну безпечність та високу специфічність дії зростає зацікавленість до використання біологічних засобів захисту, проте їх ефективність часто залежить від погодних умов, що визначає кратність обробок рослин [6]. Найбільш перспективним напрямом системи захисту рослин є поєднання різних методів з проведенням постійного моніторингу популяцій шкідника [6, 7]. Встановлено, що комплексне поєднання заходів захисту дозволяє знизити чисельність яблуневої плодожерки на 70–90 % [4, 5]. Метою досліджень була оцінка ефективності біологічних та хімічних засобів захисту, а також сумісного їх застосування проти яблуневої плодожерки.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2024–2025 рр. в умовах зони Полісся. Дослідження виконували відповідно до загальноприйнятих методик [1–3]. Схема досліду включала наступні варіанти: 1) Контроль (обробка водою); 2) Еталон – Бі-58 Топ, к.е. (2 л/га); 3) Лепідоцид, р., (2 л/га); 4) Бітоксикацилін, к.с., (6 л/га); 5) Бі-58 Топ к.е. (1 л/га), + Лепідоцид, р. (1 л/га), 6) Бі-58 Топ, к.е. (1 л/га) + Бітоксикацилін, к.с., (3 л/га) 7) Лепідоцид, р. (1 л/га) + Бітоксикацилін, к.с. (3 л/га). Облікова площа ділянок складала 20 м<sup>2</sup>. Повторність досліду 3-кратна.

**Результати досліджень.** За результатами проведених досліджень встановлено, що ефективність застосованих препаратів проти яблуневої плодожерки суттєво залежала від їх складу та поєднання (табл. 1).

Таблиця 1

**Ефективність засобів захисту проти яблуневої плодожерки,  
2024–2025 рр.**

| Варіант                                | Ефективність, %       |                |
|----------------------------------------|-----------------------|----------------|
|                                        | Сорт Слава переможцям | Сорт Антонівка |
| Контроль (обробка водою)               |                       |                |
| Еталон – Бі-58 Топ, к.е.               | 92,8                  | 90,3           |
| Лепідоцид, р.                          | 83,1                  | 76,8           |
| Бітоксубацилін, к.с.                   | 82,6                  | 75,2           |
| Бі-58 Топ, к.е. + Лепідоцид, р.        | 88,7                  | 84,7           |
| Бі-58 Топ, к.е. + Бітоксубацилін, к.с. | 87,9                  | 83,4           |
| Лепідоцид, р. + Бітоксубацилін, к.с.   | 85,4                  | 81,5           |
| НІР <sub>0,05</sub>                    | 0,5                   | 0,8            |

Так, найвищу ефективність проти яблуневої плодожерки для обох досліджуваних сортів яблуні забезпечував варіант із використанням інсектициду Бі-58 Топ, к.е., що прийнято за еталон.

Серед біологічних інсектицидів найкращі результати показав препарат Лепідоцид, р. – ефективність якого складала 83,1 % для сорту Слава переможцям і 76,8 % – для сорту Антонівка. Дещо нижчі показники відмічено при застосуванні Бітоксубациліну, к.с. – 82,6 % та 75,2 % відповідно. Незважаючи на дещо нижчу ефективність біологічних препаратів у порівнянні з хімічним, їх застосування має суттєві переваги з огляду на екологічну безпечність, що дозволяє рекомендувати для використання в системах інтегрованого захисту.

Поєднання біологічних та хімічних препаратів зі зменшеною вдвічі нормою витрати, дозволило підвищити ефективність цих засобів у 1,05–1,07 рази в порівнянні з окремим застосуванням біологічних інсектицидів. Так, у варіанті Бі-58 Топ + Лепідоцид ефективність становила 88,7 % для сорту Слава переможцям та 84,7 % – для сорту Антонівка; у варіанті Бі-58 Топ + Бітоксубацилін – 87,9 % і 83,4 % відповідно. Таким чином, сумісне застосування хімічних та біологічних препаратів забезпечує збільшення їх ефективності та дозволяє зменшити хімічне навантаження на агроценоз.

Сумісне застосування біопрепаратів Лепідоцид та Бітоксикацилін забезпечувало ефективність захисту сорту Слава переможцям на 85,4 % на сорту Антонівка – на 81,5 %. Варто відмітити, що сумісне застосування біопрепаратів перевищує ефективність окремого їх застосування, що вказує на доцільність комбінування біологічних засобів у системі захисту.

Крім того, проведені дослідження свідчать про тенденцію до вищої ефективності досліджуваних препаратів на сорті Слава переможцям, порівняно з Антонівкою.

**Висновки.** У системі захисту яблуні проти яблуневої плодожерки найвищу ефективність забезпечує поєднання хімічного інсектициду Бі-58 Топ, к.е. з біопрепаратами. Водночас, біологічні засоби Лепідоцид та Бітоксикацилін забезпечують достатню ефективність для використання у системі інтегрованого захисту, зокрема в умовах ведення екологічного садівництва.

#### Література

1. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибеля ; за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
2. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Ермантраут Е. Р. та ін. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
3. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / В. В. Кононученко, В. С. Куценко, А. А. Осипчук. Немішаєве, 2002. 182 с.
4. Коваленко, І. П. Екологічні аспекти формування комплексу шкідників у садах Лісостепу України. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 97 (2). С. 45–51.
5. Бублик М. О. Шкідники плодових культур та заходи боротьби з ними. Київ : Фітосаніт, 2017. 220 с.
6. Стефанович Л. В. Інтегрований захист плодових насаджень від шкідливих комах. Умань : НУС, 2020. 156 с.
7. Мельничук О. А. Система інтегрованого захисту плодових культур від шкідливих організмів. *Науковий вісник Уманського НУС*. 2021. № 1. С. 37–43.

*Овезмирадова О. Б., Щербина Д. О.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

*м. Херсон, Україна*

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БІОПРЕПАРАТІВ ПРОТИ САМШИТОВОЇ ВОГНІВКИ**

Самшит вічнозелений є однією з найбільш поширених культур, що використовується в озелененні населених пунктів. Висока екологічна пластичність до умов середовища та декоративні якості самшиту зумовлюють його важливу роль у формуванні урбаністичних зелених зон. Проте в останні роки значної шкоди насадженням завдає масове поширення інвазійного шкідника – самшитої вогнівки. Личинки цього виду пошкоджують листя та молоді пагони, що призводить до пригнічення росту рослин, втрати декоративності, а за масового пошкодження – до повного всихання та загибелі кущів [9]. Наразі активне поширення самшитої вогнівки спостерігається у більшості регіонів, що обумовлює необхідність контролю його чисельності [3, 4, 6]. Варто відмітити, що застосування хімічних засобів захисту у міських і паркових зонах, є обмеженим з огляду на їх високу токсичність та стійкість у навколишньому середовищі. У зв'язку з цим зростає актуальність пошуку ефективних та екологічно безпечних методів контролю чисельності *фітофага*, серед яких особливу увагу приділяють застосуванню біологічних препаратів [5, 7, 8].

**Методика досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2024–2025 рр. в умовах ТОВ «Агровесна». Випробування біопрепаратів здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [1, 2]. Схема досліду включала наступні варіанти: 1) Контроль (обробка водою); 2) Еталон – Актеллік, 500 ЕС к.е., (1 л/га); 3) Актофіт, 0,2 % к.е., (4 л/га); Лепідоцид М, р., (3 л/га); 5) Актофіт, 0,2 % к.е., (2 л/га) + Лепідоцид М, р., (1,5 л/га). Повторність досліду 3-кратна.

**Результати досліджень.** Швидкому збільшенню чисельності популяції вогнівки в самшитових насадженнях сприяє інтенсивне її розмноження, що супроводжується формуванням кількох поколінь за вегетаційний період. Масове поширення шкідника призводить до суцільного ураження насаджень та втрати їх декоративних якостей [9].

За результатами проведених досліджень, встановлено, що впродовж 14 днів за відсутності заходів боротьби чисельність шкідника зросла у 1,78 раза, що свідчить про активне розмноження даного виду (табл. 1).

Таблиця 1

**Ефективність біологічних препаратів проти самшитої вогнівки,  
2024–2025 рр.**

| Варіант                                  | Кількість<br>шкідників<br>до обробки,<br>екз./рослину | Кількість<br>шкідників<br>після обробки<br>на день обліку,<br>екз./рослину |      |      | Ефектив-<br>ність, % |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------|------|----------------------|
|                                          |                                                       | 3-й                                                                        | 7-й  | 14-й |                      |
| Контроль (обробка водою)                 | 10,2                                                  | 12,7                                                                       | 16,3 | 18,2 |                      |
| Еталон – Актеллік, 500 ЕС к.е.           | 11,4                                                  | 0,5                                                                        | 0,4  | 0,4  | 96,4                 |
| Актофит, 0,2 % к.е.                      | 9,8                                                   | 0,8                                                                        | 0,6  | 0,6  | 93,8                 |
| Лепідоцид М, р.                          | 10,5                                                  | 0,9                                                                        | 0,8  | 0,7  | 93,3                 |
| Актофит, 0,2 % к.е. +<br>Лепідоцид М, р. | 10,8                                                  | 0,6                                                                        | 0,5  | 0,4  | 96,2                 |
| НІР <sub>0,05</sub>                      |                                                       |                                                                            |      |      | 0,4                  |

При обробці насаджень біологічними препаратами Актофит, 0,2 % к.е., та Лепідоцид М, р. спостерігали зниження чисельності гусениць самшитої вогнівки на 93,8 та 93,3 %, що в порівнянні з еталоном менше на 2,6 та 3,1 % відповідно. Проте, сумісне застосування препаратів Актофит 0,2 % к.е. та Лепідоцид М, р. дозволило знизити чисельність шкідника до 0,4–0,6 екз./рослину з ефективністю 96,2 %, що на 2,4 % більше в порівнянні із роздільним застосуванням препарату Актофит, 0,2 % к.е. та на 2,9 % – Лепідоцид М, р. Варто відмітити, що сумісне застосування біологічних препаратів досягло рівня ефективності, близького до еталонного хімічного інсектициду Актеллік, 500 ЕС к.е.

Висновки. Обробка біопрепаратами забезпечує ефективність захисту насаджень самшиту проти вогнівки на 93,3–94,6 %. Серед досліджуваних засобів найбільшу ефективність забезпечує сумісне застосування препарату Актофит 0,2 % к.е. з нормою витрати 2 л/га та Лепідоцид М, р. з нормою 1,5 л/га.

### Література

1. Методика випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель ; за ред. С. О. Трибеля. Київ : Світ, 2001. 448 с.
2. Методика наукових досліджень в агрономії : навч. посіб. / В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Ермантраут Е. Р. та ін. Київ : «Центр учбової літератури», 2013. 264 с.
3. Кучерявий В. С., Шуплат Т. І., Гоцій Н. Д. Інвазія самшитої вогнівки (*Cydalima perspectalis*) у зелені насадження м. Львова. *Збереження рослин*

- у зв'язку зі змінами клімату та біологічними інвазіями : матеріали міжнародної наукової конференції (31 березня 2021 р.). Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук». 2021. С. 209–212.
4. Марченко А. Б. «Екологічні аспекти прояву інвазійного виду *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) в урбанізованих екосистемах». *Агробіологія*. 2022. № 2. С. 153–160.
  5. Макаренко Н. В., Гнатюк А. М., Пилипчук В. Ф., Шевченко Я. С. Застосування біологічних препаратів проти самшитової вогнівки (*Cydalima perspectalis* (Walker, 1859)). *Інтродукція рослин*. 2019, № 4. С. 97–106.
  6. Гнатюк А. М., Гапоненко М. Б. Новий інвазійний шкідник *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) в м. Києві (Україна). *Сучасні тенденції збереження, відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків* : матеріали міжнар. наук. конф., присвяченої 70-річчю дендрологічного парку «Олександрія» як наукової установи НАН України. Біла Церква, 2016. С. 99–101.
  7. Логвиненко І. П. Біологічні принципи збереження біорізноманіття. *Регіональні геоєкологічні проблеми в умовах сталого розвитку* : збірник наук. праць Четвертої міжнародної науково-практичної конференції 22–24 вересня. Рівне, 2020. С. 125–127.
  8. Горновська С. В. Застосування біологічних та хімічних препаратів проти самшитової вогнівки (*Cydalima perspectalis* Walker). *Актуальні проблеми, шляхи та перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації* : матеріали міжнар. наук. конф. (29 вересня 2022 р.). Біла Церква: БНАУ, 2022. С. 43–47.
  9. Kenis M., Nacambo S., Leuthardt F. L. G., Domenico F., Hays T. The box tree moth, *Cydalima perspectalis*, in Europe: horticultural pest or environmental disaster? *Aliens: The Invasive Species Bulletin*. 2013. № 33. С. 38–41.

**Оляницький А. В.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ**

На сьогоднішній день людство потерпає від власної безпорадності у взаєминах із довкіллям через природні катаклізми, екологічні катастрофи та кризи [1]. У ХХІ столітті спостерігається посилення рівноправних взаємодій людини з навколишнім середовищем, що базуються на сталих духовних та інтелектуальних традиціях і визначають вирішення екологічних проблем як пріоритетну задачу для сталого

розвитку [2, 3]. Екологічні проблеми сьогодення розглядаються не лише як технічні або управлінські завдання, а також як питання світогляду – проблема свідомості людства та його ставлення до навколишнього середовища [2]. Запровадження конкретних заходів і подолання екологічної кризи неможливі без усвідомленого ставлення людини до природи [4].

Актуальність теми зумовлена необхідністю формування нової моделі мислення, де людина виступає не споживачем природних ресурсів, а відповідальним співтворцем екосистеми [4].

**Мета дослідження** – проаналізувати сутність, структуру та психологічні особливості екологічної свідомості, визначити чинники її формування та роль у гармонізації взаємодії людини з навколишнім природним середовищем.

**Поняття екологічної свідомості.** Екологічну свідомість науковці визначають як психічне відображення довкілля, формування світової картини та взаємодію особистості з навколишнім середовищем [1, 3]. Важливим є те, що ставлення до природи як до рівноправного суб'єкта взаємодії потребує формування окремих психологічних та емоційних умов для розвитку і вдосконалення особистості [5].

**Формування екологічної свідомості в юнацтві.** Розглядаючи екологічну свідомість не лише як психологічне відображення природного середовища, а й як загальний світогляд людини, слід зазначити, що найбільш чутливим для її формування є період юнацтва [4]. У цей період формуються світогляд особистості та основні цінності і настанови щодо навколишнього середовища [6]. Екологічна свідомість являє собою систему суджень про природу та природні об'єкти, розуміння і емоційну оцінку сенсу людської діяльності щодо стану екосистем.

**Психологічні аспекти екологічної свідомості.** Відповідно до проведених досліджень було встановлено, що для людини домінантною є естетична настанова, на другому місці – прагматична настанова, третє місце займає когнітивна настанова, а найменш вираженою є етична настанова [7]. Екологічну свідомість можна розглядати як усвідомлення особистістю себе частиною природи [2]. Психічні новоутворення пов'язані з аспектами пізнання, емоцій та мотивації екологічної свідомості та проявляються у підвищенні пізнавальної активності, розвитку натуралістичної ерудиції, перцептивного та афективного ставлення до довкілля [5]. Перспективним напрямом є розвиток екологічної свідомості протягом вікової генези особистості та формування якісних утворень у вигляді екологічних значень і сенсів [3]. Додатково важливою є проведення досліджень з екологічної безпеки на державному та

особистісному рівнях, що забезпечить комплексний підхід до збереження навколишнього середовища та підвищення екологічної культури суспільства [4, 5].

Висновки. Екологічна свідомість є показником рівня відповідальності людини за стан довкілля та основою гармонійної взаємодії з природою [3]. Найінтенсивніше вона формується в юнацькому віці, коли закладаються життєві цінності та світоглядні орієнтири. Підвищення рівня екологічної культури та розвитку етичних настанов є необхідною умовою сталого розвитку суспільства і подолання екологічної кризи [5].

### Література

1. Набочук, О. Ю. «Розвиток екологічної свідомості особистості: актуальність проблеми». *Проблеми сучасної психології*, 2013. 10 с.
2. Кулеша, Н. П. Ткачук, С. В. «Особливості екологічної свідомості як компонент формування особистості в період молодості». *Public Health Journal*, 2023, с. 61–67.
3. Томчук, М.; Томчук, С. «Розвиток екологічної свідомості студентів інформаційними засобами». *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Педагогіка. Психологія»*, 2022, с. 30.
4. Буркут, Б. «Формування екологічної свідомості та культури як засоби екологічного виховання студентської молоді». *Екологія. Людина. Суспільство. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*, 2023. 50 с.
5. Кузьмич, Д. «Екологічна культура молоді як важливий чинник безпечного розвитку суспільства майбутнього». *Молодь і ринок*, 2024, с.70.
6. Trukhan, O. "Formation of Students' Environmental Awareness Under the Conditions of Contemporary Challenges by Means of Literary Fiction about Chernobyl". *Mountain School of Ukrainian Carpaty*, 2022.
7. Chaikovska, H. "Development of Systems Thinking of Students to Achieve Sustainable Development". *Zhytomyr Ivan Franko State University Journal. Pedagogical Sciences*, 2024, p. 24.

*Педченко Д. О.**Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФІТОЦЕНОЗІВ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Інтенсивна урбанізація сучасного суспільства зумовлює істотні зміни природних екосистем і формування нових антропогенних комплексів. У межах міських територій природні фітоценози зазнають трансформацій під впливом механічного, хімічного, теплового й шумового навантаження, що призводить до зміни їх структури, продуктивності та екологічних функцій [1].

Міські фітоценози відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги мегаполісів. Вони забезпечують очищення повітря, фільтрацію пилу й токсичних газів, регулюють мікроклімат, формують кисневий баланс, а також виступають осередками біорізноманіття в урбанізованому середовищі [2].

Однак особливості їх функціонування залежать від комплексу екологічних чинників – мікроклімату, ступеня забруднення атмосфери, ґрунтів, інтенсивності рекреаційного навантаження, фрагментації зелених насаджень тощо [3]. Вивчення закономірностей розвитку фітоценозів у межах міських територій має важливе значення для екологічного планування, ландшафтного проектування та формування сталого міського середовища.

**Мета роботи** – проаналізувати екологічні особливості функціонування фітоценозів міських територій, визначити чинники, що впливають на їхній стан, і розглянути можливості оптимізації рослинного покриву в умовах урбанізації. Методологічну основу становили підходи урбоекології, геоботаніки та фітоіндикації. Для характеристики видового складу застосовано флористичний аналіз; для оцінки екологічного стану – індекси життєвості, покриття та частоти видів; для аналізу структури – фітоценотичні профілі та методи кластерного аналізу [5].

**Структурні особливості міських фітоценозів.** Міські фітоценози формуються переважно у вигляді фрагментів природної рослинності (парки, лісопарки, узбіччя, зелені насадження) та культурфітоценозів (газони, квітники, декоративні насадження). Вони відзначаються спрощеною ярусністю, меншою видовою різноманітністю та високою часткою адвентивних і синантропних видів [6].

Типовими домінантами є види з широкою екологічною амплітудою – *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, *Betula pendula*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Festuca pratensis*. Часто зустрічаються рудеральні угруповання з перевагою злаків і бур'янів, стійких до ущільнення ґрунтів.

Зменшення кількості аборигенних видів у міських фітоценозах пов'язане з деградацією ґрунтів і підвищенням концентрації важких металів, які порушують нормальний розвиток кореневої системи рослин [3].

**Екологічні чинники функціонування.** Основними екологічними чинниками, що впливають на функціонування фітоценозів, є: *забруднення атмосфери* ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , пил, важкі метали), яке знижує фотосинтетичну активність і скорочує період вегетації; *ущільнення та деградація ґрунтів*, що обмежує доступ кисню до коренів і зменшує біологічну активність; *тепловий ефект міста (urban heat island)* – підвищення середньої температури повітря на 2–4 °C порівняно з навколишніми територіями; *рекреаційне навантаження*, що призводить до механічного пошкодження трав'яного покриву; *фрагментація зелених площ*, яка порушує просторову структуру рослинного покриву [4, 5].

Фітоценози центральних частин міст характеризуються меншою щільністю насаджень, більшою кількістю адвентивних видів та високим вмістом токсикантів у ґрунті, тоді як у передмістях і паркових зонах спостерігається більш стабільний стан фітоценотичних угруповань.

**Роль міських фітоценозів у підтриманні екологічної рівноваги.** Міська рослинність виконує низку екологічних функцій: *газообмінну* – поглинання  $\text{CO}_2$  і виділення  $\text{O}_2$ ; *фільтраційну* – уловлювання пилу, сажі, важких металів і радіонуклідів; *мікрокліматичну* – зниження температури повітря на 2–5 °C у порівнянні з відкритими просторами; *естетичну та рекреаційну*, сприяючи психологічному комфорту населення [2, 6].

Дерева поглинають до 20 кг пилу на гектар за сезон, а газони – до 80 % зважених частинок, що осідають на їхній поверхні. Наявність зелених насаджень зменшує швидкість вітру, підвищує вологість і стабілізує гідротермічний баланс міського середовища [7].

**Оптимізація та відновлення міських фітоценозів.** Основними напрямками оптимізації фітоценозів у межах урбанізованих територій є: *використання аборигенних видів* із високою стійкістю до забруднення (*Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Ulmus minor*); *збільшення біорізноманіття* через змішування порід і створення багатоярусних насаджень; *застосування фітомеліоративних технологій* – створення

фітофільтрів, зелених дахів, вертикального озеленення; *ренатуралізація деградованих територій* шляхом природного відновлення трав'яного покриву й суцесійного заміщення бур'янів на стабільні види; *моніторинг стану рослинності* за допомогою дистанційного зондування та індексу NDVI [4, 7–10].

Висновки. Фітоценози міських територій є складною екологічною системою, що формується під впливом сукупності антропогенних і природних чинників. Основними чинниками, які визначають їх функціонування, є забруднення повітря й ґрунтів, ущільнення субстрату, тепловий ефект міста та рекреаційне навантаження. Міська рослинність виконує важливі екологічні функції – очищення повітря, регулювання мікроклімату, підвищення біорізноманіття. Для збереження стабільності міських фітоценозів необхідно впроваджувати комплекс заходів з оптимізації видового складу, біотехнічних рішень і постійного моніторингу стану довкілля. Використання екоморфічного та фітоіндикаційного підходів дозволяє оцінювати стійкість міських фітоценозів і прогнозувати напрям їх розвитку в умовах зміни клімату.

### Література

1. Андрієнко М. П. (2021). Урбанізаційні трансформації рослинного покриву: структура та динаміка. Екологічна безпека та природокористування, № 3, 55–63.
2. Ковальчук І. В. (2022). Екологічні функції міських зелених насаджень у формуванні мікроклімату. Вісник екологічної науки, № 1, 44–52.
3. European Environment Agency (EEA). (2023). Urban ecosystems and green infrastructure in Europe. Copenhagen: EEA Report.
4. Олійник Л. С., Черненко, Д. О. (2020). Оцінка фітоценотичної структури зелених насаджень міських агломерацій. Біологічні студії, № 14 (3), 72–81.
5. Nowak D. J., Hirabayashi S. (2022). Urban trees and air quality improvement: global assessment. Environmental Pollution, 304, 119255.
6. Пилипенко І. В. (2024). Біоіндикаційна роль рослинності у моніторингу міського середовища. Екологічний вісник, № 2, 88–97.
7. Zhang X., & Wang L. (2025). Green infrastructure and urban microclimate regulation: A review. Urban Forestry & Urban Greening, 93, 128521.
8. Pichura V., Potravka L., Boiko P. (2025) Climatic and hydrological conditions for the formation of vegetation cover in the drained Kakhovka Reservoir's territory. Ecological Engineering & Environmental Technology, Vol. 26 (4), 357–373. <https://doi.org/10.12912/27197050/202227>
9. Pichura V., Potravka L., Stoiko N., Dudych H. (2025) Scenarios for the Functioning of the Kakhovka Reservoir Territory. Journal of Landscape Ecology, Vol. 18 (3), 118–154. DOI: <https://sciendo.com/article/10.2478/jlecol-2025-0023>

10. Pichura V., Potravka L. (2025) Impact of war on natural and climatic transformation of territories in the irrigation zone of Ukraine. Discover Applied Sciences. Vol. 7: article number 783. DOI <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07404-4>

*Пінчук О. Л., Іванчук Н. В., Шатний С. В., Пінчук Д. О.*

*Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

### **ПЕРСПЕКТИВИ АГРАРНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ СКИДНИХ ВОД АЕС**

При скиданні нагрітої води з промислових підприємств, а особливо атомних електростанцій, у водні об'єкти, температура води в них підвищується, що зумовлює явище «теплового забруднення» природного середовища. За діючими нормативами температура води не має перевищувати температуру води водойми більше чим на 3–5 °С. Проте навіть незначний підігрів води, порівняно з природною температурою водного джерела, сприяє виникненню низки негативних біологічних і хімічних змін її якості: прискорюється обмін речовин організмів, які містяться в водоймі, збільшується споживання ними продуктів харчування та кисню з води, гальмуються процеси самоочищення води, збільшується ріст синьо-зелених водоростей (цвітіння води), підвищується випаровування з водної поверхні і мінералізація води, посилюються розвиток мікро- і макропланктону, змінюється колір і запах води тощо [1–3].

Крім того, при охолодженні циркуляційних вод в градирнях відбувається викид значної кількості тепла і вологи в атмосферу, що сприяє утворенню низької хмарності, зниженню сонячної освітленості, підвищенню вологості повітря в холодний період, утворенню туманів, ожеледиць, що можуть бути насиченими шкідливими для навколишнього середовища з'єднаннями кислотного характеру і завдавати шкоди ґрунтовому покриву території, прилеглої до енергетичного підприємства [1, 4].

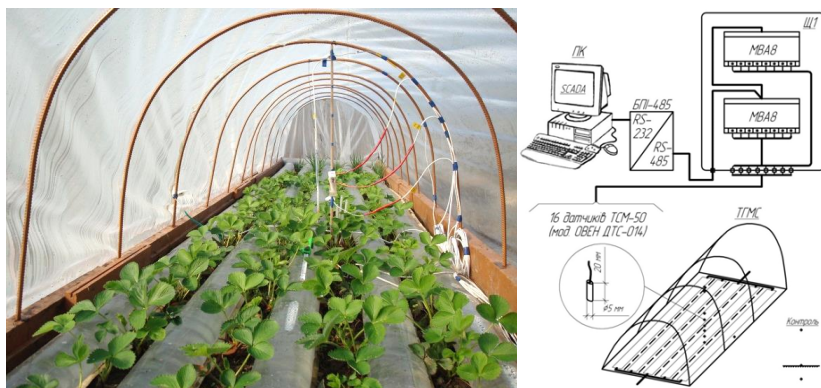
Порівняно низький температурний потенціал значної кількості скидних теплих вод (20–35 °С) є основною перешкодою при використанні скидного тепла, зокрема в промислових масштабах. Цей тепловий ресурс, як вважають вчені, навіть має «від'ємну» вартість, оскільки є технологічно необхідним і несе в собі негативне еколого-економічне навантаження.

Проте на практиці виявляються можливості науково обґрунтувати і виділити такі сфери людської виробничої діяльності, де застосування теплих скидних вод може дати значний екологічний та соціально-економічний ефект.

Серед перспективних шляхів використання скидних теплих вод науковці виділяють такі як житлово-побутове теплопостачання, в тому числі з використанням теплонасосних установок, обігрівів тваринницьких і тепличних комплексів, аквакультура та рибне господарство, теплова меліорація ґрунту.

Найбільш перспективним напрямом використання низькопотенціального тепла теплообмінних вод, як засвідчили розробки вчених різних країн, є його використання в сільському господарстві, а саме для потреб рослинництва.

Для обігріву локальних ділянок ґрунту, а також з метою отримання ранньої овочево-ягідної продукції у Національному університеті водного господарства та природокористування запропонована і досліджена технологія теплової поверхневого обігріву ґрунту за допомогою гнучких трубопроводів [5, 6]. На базі цієї технології запропоновано створювати спеціальні гідротехнічні системи поверхневого обігріву ґрунту (ГС ПОГ) та спеціальні агрогосподарства для одержання ранньої овочевої і ягідної продукції.



**Рис. 1. Загальний вигляд ділянки обігріву ґрунту з рослинами полуниці під плівковим укриттям**

Натурними польовими дослідженнями (рис. 1) встановлено, що обігрів ґрунту гнучкими трубопроводами діаметром 10 см, в яких

циркулює тепла вода з температурою 20–30 °С, підвищує температуру орного шару на 12–16 °С в ґрунті та 7–12 °С у повітрі, що забезпечує достатні умови для росту і розвитку рослин ранньою весною. Обігрів гнучкими трубопроводами дозволяє період активного використання ґрунту розпочати раніше навесні на 50–60 днів для захищеного укриттями ґрунту.

Отже, альтернативою традиційним технологіям одержання і використання теплових ресурсів, як вважають фахівці, мають стати технології використання вторинних енергетичних ресурсів, нетрадиційних джерел енергії та теплових відходів промислового виробництва. Зокрема, актуальним стає пошук та наукове обґрунтування шляхів використання скидних теплих вод промислових та енергетичних об'єктів у сільському господарстві.

### Література

1. Нечаєва Т. П. Фактори екологічного впливу електроенергетичних об'єктів на довкілля / Т. П. Нечаєва, С. В. Шульженко, Д. П. Сас [та ін.] // Екологічні аспекти енергетики та захист довкілля. – 2008. – № 18. – С. 54–60.
2. Пузанков А. С. Влияние АЭС на экосистему / А. С. Пузанков // Екологічна безпека. – 2009. – № 3. – С. 68–69.
3. Чобан А. Ф. Оцінка впливу стічних вод ТЕС на природні водні об'єкти / А. Ф. Чобан, С. Я. Чобан // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 4. – с. 52–58.
4. Копач П. І. Екологічний підхід до оцінки пароводяних викидів південної групи підприємств Кривбасу / П. І. Копач, В. М. Шварцман // Екологія і природокористування: збірник наукових праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Дніпропетровськ, 2000. – Вип. 2. – С. 106–111.
5. Востріков В. П. Методика натурних досліджень роботи системи поверхневого обігріву ґрунту та автоматизованого збору температурних даних / В. П. Востріков, В. С. Мельник, О. Л. Пінчук, В. М. Гнатюк // Вісник НУВГП: збірник наук. праць. – Випуск 2 (54). Технічні науки. – Рівне, 2011. – С. 40–49.
6. Востріков В. П. Методичні аспекти гідравлічних досліджень тепломеліоративних систем поверхневого обігріву ґрунту оболонками-рукавами / В. П. Востріков, О. Л. Пінчук, І. В. Романюк // Вісник НУВГП: збірник наук. праць. – Випуск 3 (55). Технічні науки. – Рівне, 2011. – С. 30–36.

*Пічура В. І., Потравка Л. О.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

*Khanenko-Friesen N.*

*Канадський інститут українських студій Університету Альберти  
м. Едмонтон, Канада*

## **ВПЛИВ ВІЙНИ ТА ОСУШЕННЯ КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА ЗРОШУВАНІ АГРОЛАНДШАФТИ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

Зміни клімату, техногенний вплив і воєнні дії останніх років спричинили істотну трансформацію природного середовища України. Руйнування Каховського водосховища у червні 2023 року стало одним із найбільш масштабних екологічних злочинів у сучасній історії Європи, наслідки якого вийшли далеко за межі локального впливу. Втрата водосховища призвела до знищення розгалуженої системи зрошення, деградації ґрунтів, посилення процесів опустелювання, а також до масштабних соціально-економічних втрат.

Каховське водосховище забезпечувало понад 70 % усіх зрошуваних земель України, зокрема південь Херсонської, Запорізької та частину Миколаївської і Дніпропетровської областей, АР Крим. Через мережу зрошувальних каналів води водосховища живили більш 2,5 млн га земель, сприяло стабілізації мікроклімату, підтримувало рівень ґрунтових вод і забезпечувало умови для вирощування овочевих, зернових і плодово-ягідних культур.

З початком окупації російським агресором південних територій України, руйнацією дамби Каховської ГЕС, осушення водосховища і спустошення гідротехнічних споруд відбулося повне припинення водоподачі, що призвело до комплексної деградації агроландшафтів в зоні зрошення.

В умовах кліматичних змін, коли середньорічна температура на Півдні України зросла на 2,6 °C, а кількість опадів зменшилася до 300–350 мм, роль зрошення була важливою для стабільності екосистем. Осушення Каховського водосховища поставило під загрозу продовольчу безпеку, зруйнувало систему водопостачання, спричинило погіршення галузі рослинництва і соціально-економічного стану водозалежних територій.

**Метою роботи** є встановлення екологічних наслідків війни та осушення Каховського водосховища зрошувані агроландшафти Півдня України.

**Матеріали та методи.** Дослідження проведено для тимчасово-окупованої лівобережної частини Херсонської області – території, яка до 2022 року належала до найбільш зрошуваних в Україні. Використано дані дистанційного зондування Землі Sentinel-2 L2A (роздільна здатність 10×10 м) та Sentinel-3 SLSTR L1B (270×270 м) за 2021–2024 роки. Для аналізу стану рослинного покриву застосовано індекси NDVI, LAI, NDMI, NDWI, NDMISTRESS, які дозволяють визначати рівень вегетації, вологості, транспірації та температурного стресу. Зміни температурного режиму оцінювалися за показником Land Surface Temperature (LST), що відображає рівень нагріву поверхні землі. Картографування виконувалося в середовищі ArcGIS 10.6 на основі цифрової моделі рельєфу SRTM30, що дало змогу виявити закономірності перерозподілу вологи в межах колишніх зрошувальних систем. Для порівняння екосистемних змін використовували супутникові знімки платформи Copernicus (<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>) за липень 2021 (період активного зрошення) і липень 2024 (після осушення водосховища).

### **Результати та обговорення**

**Зміни водного балансу та кліматичних показників.** До 2022 року система зрошення Каховського водосховища забезпечувала водою понад 950 млн м<sup>3</sup> на рік. Після руйнування дамби водний баланс регіону зазнав радикальних змін: зменшився рівень ґрунтових вод, обміліли річки, спустошені колодязі стали непридатними для використання. Зниження вологості повітря на 15–20 %, підвищення середньодобових температур та збільшення кількості днів із температурою понад +35 °C призвели до різкого зростання евапотранспірації на території Херсонської області.

**Вплив на рослинний покрив і агроєкосистеми.** Показники NDVI і LAI демонструють істотне зниження біопродуктивності рослин. У липні 2021 року площа активної вегетації становила понад 80 % території зони зрошення, тоді як у липні 2024 року – лише 20 %. Території з низьким NDVI збільшилися у 4 рази, що свідчить про майже повне знищення рослинництва. Показник NDMI засвідчив критичний дефіцит вологи: більшість земель перейшла у стан водного стресу. Це зумовило зниження врожайності культур у 2,5–3,0 рази. Наприклад, урожайність озимої пшениці скоротилася з 4,8 т/га до 1,7 т/га, а посіви сої та кукурудзи майже зникли.

Відсутність зрошення спричинила також деградацію ґрунтового профілю – ущільнення, перегрівання, руйнування мікробіоти. Температура поверхні землі (LST) у літні місяці 2024 року сягала 56–67 °C, що унеможливило розвиток більшості культур. Такі температури порушують

баланс аерації ґрунтів, знижують вміст органічної речовини і сприяють опустелюванню.

**Засолення та вітрова ерозія.** Внаслідок осушення Каховського водосховища та активного випаровування ґрунтових вод розпочався процес вторинного засолення. Супутникові дані свідчать про збільшення площ засолених земель у 2,0–2,5 рази порівняно з 2021 роком. У південних районах області фіксуються осередки осолонцювання розміром від 1 до 400 га. Зневоднення й відсутність рослинного покриву спричинили різке зростання дефляційних процесів. У 2024 році втрати ґрунту від вітрової ерозії становили до 600 т/га, що у сотні разів перевищує природну швидкість ґрунтоутворення.

**Вплив на природно-заповідний фонд.** Особливу тривогу викликає деградація степових екосистем Біосферного заповідника «Асканія-Нова». NDMI за 2021–2024 рр. свідчить про повне висихання трав'яного покриву, загибель частини видів флори та фауни, зростання пожежонебезпечності. Зрошення в минулому забезпечувало додаткове живлення цих територій через гідрологічний перерозподіл води. Його припинення позбавило заповідні біотопи джерела підтримки мікроклімату, що призвело до погіршення їх стану.

**Перспективи відновлення зрошення.** Відновлення зрошуваних агроландшафтів є стратегічним завданням після деокупації територій. Наукові підходи передбачають кілька напрямів: реконструкція гідротехнічних споруд на Дніпрі або створення нових водних резервуарів у межах існуючого ложа Каховського водосховища; використання альтернативних джерел води – повторного використання очищених комунальних стоків; інтеграція систем супутникового моніторингу для оперативної оцінки стану зволоження ґрунтів та вегетації; екологічне відновлення через відтворення лісосмуг, водно-болотних угідь і захисних насаджень, які знижують дефляційні процеси; адаптивне землекористування, перехід до вирощування посухостійких культур, оптимізація застосування технологій дощування та краплинного зрошення, управління водним балансом за допомогою сенсорних систем. Комплексне застосування цих заходів дасть змогу поступово відновити водний баланс, стабілізувати мікроклімат і зупинити деградацію ґрунтів в зоні зрошення Півдня України.

**Висновки.** Вплив війни та осушення Каховського водосховища стали потужними дестабілізаційними факторами для всієї екосистеми Півдня України. Наслідки проявилися у: втраті понад 80 % зрошуваних земель; підвищенні середньої температури ґрунту на 15–28 °C; зростанні площ

засолених земель у 2,5 рази; посиленні пилових бур і дефляції ґрунтів; деградації природно-заповідних екосистем і зменшенні біопродуктивності. Дані дистанційного зондування є ефективним інструментом оцінки цих змін, а результати дослідження повинні стати основою для формування програм післявоєнного відновлення зрошення, розробки Національної стратегії управління водними ресурсами та впровадження екосистемного підходу до землекористування в умовах зміни клімату.

З повною версією результатів досліджень можна ознайомитися за посиланням: <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07404-4>

**Подяки.** The project was supported by Documenting Ukraine, a program of the Institute for Human Sciences, IWM Vienna. The research is supported by the Canadian Institute of Ukrainian Studies (CIUS) of the University of Alberta. Grant 25OCT24.

### Література

1. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Bahinskiy O. (2024) Natural and climatic transformation of the Kakhovka Reservoir after the destruction of the dam. *Journal of Ecological Engineering*. № 25 (7). P. 82–104. <https://doi.org/10.12911/22998993/187961>
2. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Hyrlya L. (2024) The impact of the russian armed aggression on the condition of the water area of the Dnipro-Buh estuary system. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. Vol. 25 (11). P. 58–82. <https://doi.org/10.12912/27197050/192154>
3. Пічура В. І., Потравка Л. О., Багінський О. С. (2024) Вплив війни на стан акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної системи та Чорного моря. *Водні біоресурси та аквакультура*. № 1 (15). С. 105–136. DOI: <https://doi.org/10.32782/wba.2024.1.9>
4. Пічура В. І., Потравка Л. О. (2024) Кліматично-гідрологічні умови формування рослинного покриву на території осушеного Каховського водосховища. *Водні біоресурси та аквакультура*. № 2 (16). С. 118–141. <https://doi.org/10.32782/wba.2024.2.10>
5. Pichura V., Potravka L., Boiko P. (2025) Climatic and hydrological conditions for the formation of vegetation cover in the drained Kakhovka Reservoir's territory. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. Vol. 26 (4). P. 357–373. <https://doi.org/10.12912/27197050/202227>
6. Pichura V., Potravka L., Stoiko N., Dudych H. (2025) Scenarios for the Functioning of the Kakhovka Reservoir Territory. *Journal of Landscape Ecology*. Vol. 18, № 3. P. 118–154. DOI: <https://sciendo.com/article/10.2478/jlecol-2025-0023>
7. Pichura V., Potravka L. (2025) Impact of war on natural and climatic transformation of territories in the irrigation zone of Ukraine. *Discover Applied Sciences*. Vol. 7: article number 783. DOI <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07404-4>

8. Pichura V., Potravka L., Dent D. (2025). The Kakhovka Sea Before and After the Destruction of the Kakhovka Dam. *Natural Built Social Environment Health*. Vol. (1). P. 104–133. <https://doi.org/10.63095/NBSEH.25.290237>
9. Pichura V., Potravka L., Kutishchev P. (2025). Consequences of Sabotage of the Kakhovka Dam on the Waters of the Dnipro-Buh Estuary and the Black Sea. *Natural Built Social Environment Health*. Vol. 1 (1). P. 134–160. <https://doi.org/10.63095/NBSEH.25.877655>

**Поляруш Д. А., Бойко П. М.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ОЦІНКА ПАРКОВИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ОЛЕКСАНДРІЯ КИРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Місто Олександрія розташоване на березі річки Інгулець у степовій зоні України. Природна рослинність регіону – різнотравно-типчакково-ковилові степи, однак у межах міста сформовано штучні зелені екосистеми:

- центральний парк ім. Т. Г. Шевченка (головний об’єкт нашого дослідження);
- численні сквери та алеї (Соборна площа, прилеглі вулиці, шкільні території);
- прибережні насадження вздовж Інгульця та берегів ставків / кар’єрів.

Парк Шевченка нині має алеї з віковими деревами та зони відпочинку біля фонтанів, що прямо вказує на поєднання старих насаджень і нових елементів благоустрою.

Після реконструкції, що активно триває з 2020 року, парк позиціонується як «сучасний та затишний громадський простір» і «сучасне місце тяжіння Олександрії». Виділяються такі функціональні зони:

1. Центральна алея:
  - вимощена тротуарною плиткою з 3D-ефектом;
  - оздоблена довгими квітковими міксбордерами та бордюрами;
  - має велику кількість лав, урн, декоративних ліхтарів.
2. Зелена ландшафтна зона:
  - з одного боку центральної алеї – велика зелена зона з декоративними місцями відпочинку, вузькими доріжками, ландшафтними куточками та інстаграм-локаціями;

- тут сконцентровано частину деревних і чагарникових композицій, топіарні форми з квітковими колами та формованими хвойними).
- 3. Дитячі майданчики та зони активності:
  - кілька окремих майданчиків для різного віку;
  - великі фігурні гірки (зокрема у вигляді «космічного корабля»), гойдалки, атракціони;
  - спортивні майданчики для легкої й важкої атлетики, паркуру, стрітболу.
- 4. Міні-зоопарк (музей живої природи):
  - утримуються павичі, фазани, цесарки, карликові кури та кролики;
  - виконує рекреаційно-освітню та виховну функцію.
- 5. Фонтанна площа – парк має сучасну фонтанну зону, яка стала однією з найпопулярніших локацій відпочинку дітей та дорослих.
- 6. Безбар’ерна інфраструктура:
  - відсутність сходинок і порогів;
  - широкі алеї;
  - покриття в один рівень з доріжками;
  - достатня кількість лав, тіньових зон і доступна вбиральня.
- 7. Прибережна зона річки Інгулець – парк прилягає до річки; набережна поки «мінімально облаштована» й має потенціал для подальшого розвитку.

Асортимент квіткових насаджень.

У 2022 році повідомляли про висадку 12 тисяч квітів у парку Шевченка. Зараз домінуючими представниками є бегонії, чорнобривці (Tagetes), петунії, *Senecio cineraria*, сальвія блискуча, колеуси.

Такі види характерні для:

- окантовок квітників і бордюрів (чорнобривці, цинерарія);
- контейнерного озеленення (колеуси, петунії, бегонії);
- барвистих центральних клумб та «квіткових палітр».

Асортимент деревних рослин. Деревні композиції парку можна поділити на алеї з віковими деревами та ділянки масштабної реконструкції зелених насаджень. Серед дерев першого ярусу можна виділити такі як Липа дрібнолиста (*Tilia cordata*), Клен гостролистий (*Acer platanoides*), Каштан кінський звичайний (*Aesculus hippocastanum*) – характерний для старих алей, Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior*), Береза повисла (*Betula pendula*), Тополя чорна та її декоративні форми (*Populus nigra* 'Italica'), Ялина колюча (*Picea pungens*, форми 'Glauca'), Сосна звичайна (*Pinus sylvestris*) – по краях парку/на схилах.

Декоративні хвойні та формовані насадження.

В парку чітко проглядаються стрижену туєву кулю, невисокі хвойники в формі конусів і ялівці. Переважають *Thuja occidentalis* (різні сорти, у т. ч. колоноподібні й кулясті), *Juniperus sabina* / *J. horizontalis* (грунтопокровні на газонах); *Picea pungens* 'Glausa' як нові посадки на фонтанній площі та біля входів.

Серед кущів переважають *Spiraea* spp. (спірея японська, сіра) – бордюри, геометричні живоплоти; *Buxus sempervirens* (самшит) – низькі стриженні кромки клумб; *Berberis thunbergii* (барбарис Тунберга, в т. ч. червонолисті форми) – кольорові плями; *Ligustrum vulgare* (бирючина) – живоплоти вздовж доріжок; *Hydrangea arborescens* / *paniculata* – квітучі акценти; *Philadelphus coronarius* (жасмин садовий); *Syringa vulgaris* (бузок звичайний) – у старих захищених куточках.

### Література

1. Boiko T., Boiko P. Preliminary studies of the phytosanitary condition of urban greenery in the city of Kropyvnytskyi (Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*. 2024. № 14 (2). Р. 1–7.
2. Бойко Т. О., Бойко П. М. Довідник ландшафтного дизайнера : навчальний посібник. Одеса : Олді+. 2024. 196 с.
3. Бойко, Т. О. Можливості використання рослин-фіторемедіантів для відновлення урбанізованих територій. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 144. С. 299–305.
4. Бойко Т. О., Ворона А. М. Аналіз стану квітникового оформлення міста Кропивницький та шляхи поліпшення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 71–76.

**Пясецька С. І.**

Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського  
м. Київ, Україна

## СТИХІЙНІ ПОГОДНІ ЯВИЩА НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ У ТЕПЛІЙ ПЕРІОД 2024 РОКУ

Для території України у теплий період року характерним явищем є випадання сильних опадів у вигляді дуже сильного дощу або зливи, крупного граду, шквалів та сильних туманів. В окремих регіонах формуються окремі осередки таких явищ. Сильні опади значно впливають на функціонування низки ланок господарської діяльності у першу чергу проведення сільськогосподарських робіт, а також функціонування

транспортної сфери. У селе- та зливонебезпечних районах в сільових осередках, завдяки літологічному складу ґрунту та значним площам схилих поверхонь, сильні дощі сприяють інтенсифікації цих процесів, розмиву ґрунтів та руйнування ділянок поверхні, що робить її використання неможливим. Крім того виникає імовірність підтоплення житлових приміщень, а у транспортній сфері знесення транспортної інфраструктури, що призводить до ускладнення логістичних рішень та призупинення сполучень між регіонами.

Дослідження прояву різних стихійних погодних явищ на території України триває вже багато років. Внаслідок чого було виявлено низку кліматовразливих регіонів відносно окремих видів небезпечних та стихійних метеорологічних явищ, які викладено у монографіях: «Клімат України» (2003) [1] який узагальнює здебільшого матеріали кліматологічних спостережень з 1961 по 1990 рр., а в окремих випадках метеорологічних явищ, які досягли критерію СГЯ, протягом більш ранніх років. Крім того було створено монографію «Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.)» (2006) [4] в якій узагальнено матеріали щодо прояву окремих стихійних явищ на території України за згадане двадцятиріччя.

Натепер першочерговим завданням є моніторинг поточного стану прояву та розповсюдження стихійних метеорологічних явищ на території України і можливості подальшого узагальнення інформації для коригування розташування їх осередків.

Матеріали спостережень за стихійними явищами, які розміщені в «Оглядах стихійних гідрометеорологічних явищ на території України» за 2024 року опрацьовано на основі Нормативних та Керівних документів про виявлення, передачу сповіщень та прогнозування стихійних метеорологічних явищ [2, 3].

У проведеному дослідженні було розглянуто випадки дуже сильних дощів, злив, шквалів, крупного граду та туманів.

**Дуже сильні дощі.** Загалом кількість випадків дуже сильного дощу у місяці теплового періоду становила 63 випадки, що відповідно склало 81,8 %. Встановлено, що протягом місяців теплового періоду року найбільш розповсюдженими випадками стихійних метеорологічних явищ (СГЯ) на території України були випадання дуже сильних дощів, які сягнули критерію СГЯ. Серед окремих місяців сезону такі випадки переважали у червні, липні та вересні, особливо у червні, липні та вересні що відповідно склало 15, 16 та 14 випадків або 19,5 %, 20,8 % та 18,2 %.

За територією розповсюдження частіше всього випадки дуже сильних дощів спостерігались у Карпатському регіоні та на Передкарпатті. Окремі випадки таких дощів також спостерігались на півночі та північному заході, у центрі та подекуди на півдні. Серед метеорологічних станцій, які найбільш часто спостерігали випадання дуже сильних дощів у місяці теплого сезону року треба назвати станції, які розташовані у Карпатському регіоні як у самих Карпатах так і на Передкарпатті. Так, найчастіше (2–3 рази в одному з окремих місяців) випадки дуже сильних дощів спостерігались на станціях у Закарпатській області: Міжгір'я, Великий Березний, Нижні Ворота. На Івано-Франківщині найбільш часто випадки дуже сильних дощів спостерігались на Пожежевській. Крім того у Хмельницькій області спостерігалось 2 випадки дуже сильних дощів у Кам'янці Подільському. Крім того поодинокі дуже сильні дощі спостерігались на Рівненщині у Дубно, Івано-Франківщині – у Коломиї та Яремче, Тернопільщині – у Чорткові, Львівщині – у Турці, Славському, Дрогобичі та Стрию, Чернігівщині – у Прилуках, Київщині у Пісківці та Вишгороді, Черкащині в Умані та Чигирині, Вінничині – у Липовці, на Одещині – у Болграді а Вилковому, Миколаївщині – у Баштанці.

У червні та липні 2024 року випадки дуже сильних дощів окрім метеорологічних станцій реєструвала мережа постів. Здебільшого випадання дуже сильних дощів спостерігали пости на Закарпатті та подекуди на Миколаївщині. Особливо при цьому виділяється випадок 20–23.06.2024, коли випадання дуже сильних дощів спостерігали 26 постів на Закарпатті.

Встановлено 11 випадків масового розповсюдження випадків випадання дуже сильних дощів. На місяці теплого періоду року (з червня по серпень) прийшлося 5 таких випадків. Найбільш розповсюдженими були випадки 01–03.06.2024 та 03–06.08.2024. У першому випадку такі дощі потерігались на 10 станціях на території 6 областей (Львівська, Рівненська, Закарпатська, Івано-Франківська, Хмельницька, Чернівецька), а у другому на 9 станціях у 6 областях (Рівненська, Львівська, Івано-Франківська, Закарпатська, Чернігівська). Восени (вересень, жовтень) площа масового прояву дуже сильних дощів зменшилась до 2–3 областей. Здебільшого у випадках поширення дуже сильних дощів спостерігалось на території західних областей.

**Зливи.** Протягом червня – серпня та території України спостерігалось 6 випадків сильних злив, а саме у червні, липні та серпні по 2 випадки у кожному з них. Територіально вони спостерігались у червні

та серпні на Одещині (Вилкове, Болград), липні на Чернігівщині (Покошичі), Київщині (Київ), серпні на Закарпатті (Нижні Ворота). Кількість опадів перевищувала 30 мм за 1 годину і менше і знаходилась здебільшого в межах 31–38 мм, проте у Вилковому 14.06.2024 року кількість опадів досягла 82 мм.

**Крупний град.** На території України у 2024 році спостерігався лише 1 випадок сильного граду. Він був зареєстрований 12.06.2024 року у Полтавській області на метеорологічній станції Кобеляки. Діаметр граду становив 25 мм.

**Шквал.** Встановлено, що загалом протягом літнього сезону 2024 року трапилось 3 випадки шквалу. Такі випадки спостерігались у червні на Харківщині у Великому Бурлуці (20.06.2024) та липні на Херсонщині у Херсоні (09.07.2024), а також Одещині в Ізмаїл (18.07.2024).

**Сильний туман.** Встановлено, що серед місяців теплого періоду року найбільша кількість таких випадків спостерігалась у червні (4) та вересні (3). Серед просторово-часового розподілу сильних туманів треба відмітити Сл Плай на Закарпатті, де спостерігалась основна кількість таких випадків. Ще одна станція на якій спостерігався дуже сильний туман є Пожежевська (Івано-Франківщина) де у червні спостерігався такий випадок.

Отже, підсумовуючи можна сказати, що випадки сильних злив у 2024 році спостерігались лише у літні місяці з червня по серпень. Територіально вони спостерігались на півдні (Одещина), півночі (Київщина, Чернігівщина) та заході (Нижні Ворота).

Крупний град протягом теплого періоду 2024 року спостерігався лише один випадок у червні у Кобеляках (Полтавщина).

Випадки шквалів спостерігались лише у червні та липні 2024 року. Територіально вони мали місце у Харківській області, а також на Херсонщині та Одещині.

Розповсюдження випадків дуже сильних туманів із видімістю  $\leq 50$  м у місяці теплого періоду року спостерігалось переважно на території Карпатського регіону на Закарпатті (Сл Плай) та один поодинокий випадок на території Івано-Франківщині.

### Література

1. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
2. Керівний документ 52.3.2.03-13. Код для передавання штормових оповіщень про фактичні небезпечні та стихійні гідрометеорологічні явища (Код WAREP) Ч. I., Ч. II. Київ, 2013. 45 с.

3. Нормативний документ. Настанова з метеорологічного прогнозування. Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2019. 35 с.
4. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.) / за ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. Київ : Ніка-Центр, 2006. 312 с.

*Реворук О. С.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ВПЛИВ ІНЖЕНЕРНИХ ЛІСОЗАХИСНИХ НАСАДЖЕНЬ НА АГРОЛАНДШАФТИ**

Інтенсивне землекористування в аграрному секторі призвело до руйнування природних механізмів саморегуляції ландшафтів. Сучасні агроландшафти характеризуються надмірною розораністю, дефіцитом природних елементів, зниженням рівня ґрунтових вод, активізацією ерозійних процесів і зменшенням біорізноманіття. Одним з найбільш ефективних способів екологічної стабілізації сільськогосподарських територій є створення інженерних лісозахисних насаджень, які виконують захисну, кліматорегульовальну, гідрологічну та біоекологічну функції [1].

Такі насадження розглядаються як складова ландшафтно-адаптивного землеробства. Їхня дія спрямована на зниження вітрової та водної ерозії, поліпшення мікрокліматичних умов, акумуляцію вологи, а також формування біологічних коридорів, що забезпечують стійкість екосистеми [2]. В умовах глобальних змін клімату та посилення екстремальних погодних явищ роль інженерних лісосмуг постійно зростає [3].

**Метою дослідження** є визначення екологічного значення інженерних лісозахисних насаджень і їхнього впливу на стійкість та функціонування агроландшафтів.

**Екологічне значення інженерних лісозахисних насаджень.** Інженерні лісосмуги є природно-технічними системами, що поєднують біологічні, інженерні та просторові властивості. Вони зменшують силу вітру, формують складну енергетичну структуру ландшафту, де потоки повітря, вологи та тепла перерозподіляються рівномірно.

Швидкість вітру за межами лісосмуг знижується на 20–40 %, що запобігає втратам вологи з поверхні ґрунту й зменшує ризик пилових бур. Водночас лісосмуги створюють мікрокліматичний бар'єр, який

стабілізує температурний режим: середньодобова температура влітку в межах смуги нижча на 1,0–1,5 °C, а відносна вологість повітря вища на 5–10 % [4].

У зимовий період насадження сприяють снігонакопиченню, формуючи природний резерв вологи для весняного зволоження. Затримання снігу в межах лісосмуг може перевищувати показники відкритих ділянок у 1,8–2,2 рази, що особливо важливо для регіонів з посушливими зимами [5].

**Вплив на родючість ґрунтів.** Під дією лісосмуг змінюється структура ґрунтового профілю: зростає вміст гумусу, поліпшується водно-фізичний стан і зменшується щільність орного шару. Біологічна активність ґрунту в межах зон впливу насаджень на 15–25 % вища, ніж на контрольних ділянках без лісозахисних смуг. Це зумовлено накопиченням органічного опаду, активізацією мікроорганізмів і дощових черв'яків, що сприяє гуміфікації [6].

Вітрозахисний ефект проявляється у зниженні втрат верхнього родючого шару ґрунту, особливо на відкритих рівнинних ділянках. Середньорічний змив ґрунту в межах лісосмугових систем на 40–60 % нижчий, ніж на полях без захисту [7].

**Вплив на біорізноманіття та екосистемні послуги.** Лісосмуги створюють осередки біотопічного різноманіття – місця гніздування птахів, проживання дрібних ссавців і комах-запилювачів. Збільшення частки лісових елементів в агроландшафті прямо корелює з кількістю ентомофагів, що природно регулюють чисельність шкідників сільсько-господарських культур.

За дослідженнями [8], у межах лісосмуг видова різноманітність безхребетних у 2–3 рази вища, ніж на прилеглих агроугіддях. Крім того, збагачується флористичний склад за рахунок появи трав'янистих і чагарникових видів, стійких до коливань вологості та температури. Насадження виконують роль біокоридорів, які забезпечують екологічну цілісність ландшафту.

**Просторова організація та оптимізація агроландшафтів.** Важливою умовою ефективності інженерних лісосмуг є їх раціональне просторове розміщення. Орієнтація смуг має відповідати переважаючим напрямам вітрів, а їхня відстань одна від одної – не перевищувати 20–25 висот дерев. Оптимальна щільність лісосмуг становить 4–6 шт./км<sup>2</sup>, що забезпечує захист до 60 % площі полів [9].

Інноваційним напрямом є використання ГІС-моделювання та дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для проєктування нових

лісозахисних систем. Ці технології дозволяють визначити ерозійно небезпечні ділянки, спрогнозувати ефективність розміщення лісосмуг і оптимізувати їхню ширину та видовий склад.

Комбіновані системи з різною ярусністю (деревний, чагарниковий і трав'янистий рівні) забезпечують найвищу ефективність протиерозійного захисту. Такі насадження мають підвищену стійкість до вітрових навантажень, сприяють акумуляції снігу та покращують ландшафтну естетику територій [10].

**Міжнародний досвід і рекомендації.** У країнах ЄС (зокрема в Польщі, Франції, Німеччині) лісозахисні насадження розглядаються як елементи «зелених інфраструктур», що поєднують екологічні та економічні вигоди. Європейська комісія рекомендує інтеграцію таких систем у Стратегію “EU Green Deal” як інструмент адаптації сільського господарства до кліматичних змін.

Для України актуальним є відновлення деградованих лісосмуг, створених у 1950–1970-х рр. Нині лише близько 55 % з них перебувають у задовільному стані. Необхідно посилити державні програми фінансування агролісомеліорації, застосовувати біоінженерні технології та залучати громади до догляду за захисними насадженнями.

**Висновки.** Інженерні лісозахисні насадження є стратегічним інструментом стабілізації агроландшафтів і забезпечення їх екологічної стійкості. Вони знижують ерозію ґрунтів, регулюють водний баланс, покращують мікроклімат і сприяють підвищенню продуктивності сільськогосподарських угідь. Біоекологічне значення лісосмуг полягає у формуванні осередків біорізноманіття та екологічних коридорів. Інтеграція сучасних ГІС-технологій і практик «зеленого дизайну» дає змогу ефективно планувати й відновлювати системи лісозахисних насаджень. Впровадження національної програми «Лісосмуга України» сприятиме сталому землекористуванню, охороні ґрунтів і формуванню сприятливого агроклімату.

### Література

1. Андрієнко М. П. (2021). Роль лісозахисних насаджень у збереженні агроландшафтів. Екологічна безпека та природокористування, № 3, 44–52.
2. Ковальчук І. В., Поліщук Н. С. (2022). Вітрозахисна функція лісосмуг у системі сталого землеробства. Агроекологічний журнал, № 2, 61–69.
3. Zhang L., Wang H. (2023). Shelterbelts and agricultural productivity under climate change: a meta-analysis. Agricultural and Forest Meteorology, 326, 109188.
4. Олійник В. С. (2020). Просторове планування систем лісосмуг у сільськогосподарських регіонах. Наукові записки УкрДЛТУ, № 31, 79–88.

5. European Environment Agency (EEA). (2023). Agroforestry and landscape resilience in Europe. Copenhagen: EEA Report.
6. Пилипенко І. В. (2024). Біоекологічне значення лісосмуг у трансформованих агроландшафтах. Вісник екологічної науки, № 1, 37–46.
7. Wang Q., Li Z. (2021). The role of shelterbelts in biodiversity conservation and soil improvement. Ecological Indicators, 127, 107789.
8. Черненко Д. О. (2022). Вплив лісосмуг на водний режим і ерозійні процеси в умовах степу України. Гідроекологічний журнал, № 4, 72–81.
9. Nowak D. J., Hirabayashi S. (2020). Landscape planning for sustainable agroforestry systems. Environmental Management, 65 (4), 511–523.
10. Власенко Т. Ю. (2025). Ландшафтно-екологічне значення інженерних лісозахисних насаджень. Біологічні студії, № 3 (19), 98–107.

**Романчук Л. Д.**

*Державний університет «Житомирська політехніка»  
м. Житомир, Україна*

**Кравчук-Ободзінська Т. В.**

*Державний університет «Житомирська політехніка»  
м. Житомир, Україна*

**Овезмирадова О. Б.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **АМАРАНТ У СИСТЕМІ КЛІМАТИЧНО-ОРІЄНТОВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА: АДАПТАЦІЯ ДО ПОСУХИ ТА ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР**

Сільське господарство сьогодні перебуває під потужним впливом кліматичних змін. В Україні дедалі частіше фіксуються посухи, хвилі спеки, нерівномірність опадів, що суттєво впливає на врожайність традиційних культур, таких як пшениця, кукурудза та соняшник. За даними кліматичних прогнозів, у найближчі десятиліття кількість днів із високою температурою лише зростатиме, а водний дефіцит у степовій і південній зонах країни стане постійною проблемою. Це означає, що виробникам доведеться шукати нові рішення, які дозволять зберегти стабільність аграрного виробництва.

Одним із таких рішень є впровадження **кліматично-орієнтованого землеробства**, яке передбачає підбір культур, здатних адаптуватися до екстремальних погодних умов, використання інноваційних технологій

і зменшення негативного впливу на довкілля. У цьому контексті амарант заслуговує особливої уваги. Це давня культура, яку ще називали «зерном майя» або «хлібом ацтеків», нині відроджується як перспективна альтернатива традиційним злакам. Її переваги полягають у стійкості до спеки та посухи, високій харчовій цінності зерна та можливості комплексного використання рослини. Саме тому дослідження адаптаційних можливостей амаранту та його місця у сучасних агросистемах України є актуальним завданням науки та практики.

Амарант належить до групи сільськогосподарських рослин із так званим  $C_4$ -типом фотосинтезу. Це означає, що його листки здатні ефективніше поглинати вуглекислий газ навіть за високих температур та низької вологості повітря. Така особливість дозволяє амаранту витрачати значно менше води на утворення органічної речовини порівняно з культурами із  $C_3$ -типом фотосинтезу, наприклад пшеницею чи ячменем [1]. Крім того, амарант має добре розвинену і глибоку кореневу систему, яка може проникати у нижні горизонти ґрунту, добуваючи воду там, де інші культури вже не можуть її використати. Важливим механізмом пристосування є накопичення в клітинах так званих осмотичних речовин – амінокислот та простих цукрів, які допомагають утримувати вологу в клітинах, підтримуючи їхню структуру та життєздатність навіть за сильного зневоднення. Листки амаранту також вкриті шаром воскового нальоту, який зменшує випаровування води. Окремо слід відзначити стійкість фотосинтетичного апарату цієї культури: наукові дослідження показують, що навіть за температури вище  $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$  фотосинтез у амаранту продовжує працювати без істотних порушень, тоді як у багатьох традиційних культур у таких умовах відбувається різке падіння продуктивності. Усе це робить амарант однією з небагатьох культур, здатних не лише виживати, а й формувати повноцінний урожай за умов посухи й високих температур [2].

**Практичні переваги вирощування амаранту:** амарант має низку вагомих переваг для аграріїв, особливо в умовах зміни клімату. Насамперед дана культура характеризується *низькими вимогами до вологи*. Завдяки  $C_4$ -фотосинтезу та особливостям будови листка, амарант витрачає значно менше води на утворення біомаси, ніж традиційні злаки. Це дозволяє отримувати врожай навіть у регіонах, де літні посухи стали звичним явищем. Іншою важливою перевагою є *гнучкість у строках сівби*: амарант можна висівати як ранньою весною, так і влітку, що допомагає уникати пікових температурних стресів. У багатьох випадках його використовують як страхову культуру, тобто висівають після загибелі інших посівів від посухи [3].

Крім того, амарант добре росте навіть на бідних і деградованих ґрунтах, де більшість культур демонструє низьку врожайність. Це відкриває перспективи для відновлення малопродуктивних земель, які часто залишаються незасіяними. Його зерно має високу харчову цінність: воно містить близько 16–18 % білка, збагаченого незамінними амінокислотами, а також не містить глютену, що робить його корисним продуктом для людей із целиакією [4]. Саме тому амарант можна розглядати не лише як технічну чи кормову культуру, а й як перспективну продовольчу культуру стратегічного значення. Додатковою перевагою є використання зеленої маси для корму тварин, а відходів виробництва – для виготовлення біопалива чи органічних добрив, що вписується у концепцію циркулярної економіки.

**Сучасні інноваційні технології вирощування амаранту.** Розвиток сучасних технологій у сільському господарстві відкриває нові можливості для ефективного вирощування амаранту. Одним із ключових напрямів є **точне землеробство**. Використання датчиків вологості ґрунту та систем дистанційного моніторингу дозволяє вчасно виявляти стрес у рослин і застосовувати дефіцитне зрошення лише у критичні фази розвитку (наприклад, під час цвітіння або наливу зерна). Це дає змогу зменшити витрати води до 30–40 % без втрати врожайності.

Не менш перспективним напрямом є **селекція нових сортів**. Враховуючи генетичне різноманіття роду *Amaranthus*, вчені вже працюють над створенням сортів, здатних витримувати екстремально високі температури та солонцюваті ґрунти. Сучасні біотехнологічні підходи, включаючи маркерну селекцію та редагування геному, відкривають можливість посилення ознак посухо- і термостійкості. Таким чином, у поєднанні з цифровими технологіями управління вирощування амаранту може стати **інноваційним рішенням для сільського господарства майбутнього**, яке орієнтується на стійкість та екологічність [5].

Інноваційні технології – точне землеробство, краплинне зрошення, біопрепарати та селекція нових сортів – ще більше підсилюють потенціал амаранту й дозволяють включати його до сучасних кліматично-орієнтованих агросистем. Для України, яка стикається з посиленням кліматичних ризиків, вирощування амаранту може стати не лише способом зберегти врожайність у складних умовах, але й можливістю інтегруватися в глобальні тенденції сталого розвитку та «зеленого» сільського господарства.

Таким чином, амарант слід розглядати як стратегічну культуру для майбутнього: він допоможе знизити залежність від погодних ризиків,

підвищити продовольчу безпеку та забезпечити екологічну стійкість аграрного сектору України.

### Література

1. Akram M. Z., Libutti A., Rivelli A. R. Drought Stress in Quinoa: Effects, Responsive Mechanisms, and Management through Biochar Amended Soil. *A Review. Agriculture*. 2024. № 14. P.1418.
2. Chaudhary P., Singh S., Chaudhary A., Sharma A., Kumar G. Overview of biofertilizers in crop production and stress management for sustainable agriculture. *Front. Plant Sci*. 2022. № 13. P. 340.
3. Кравчук-Ободзінська Т. В. Біохімічний склад фітомаси амаранту залежно від сорту та системи удобрення / Інститут кліматично орієнтованого сільськогосподарства Національної академії аграрних наук України. *Аграрні інновації*. 2024. № 28. С. 48–52.
4. Романчук Л. Д., Кравчук-Ободзінська Т. В. Амарант і традиційні культури: біохімічна характеристика та перспективи використання. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. Випуск 4 (108). С. 194–204.
5. Романчук Л. Д., Кравчук-Ободзінська Т. В., Овезмирадова О. Б. Амарант як стратегічна культура для забезпечення продовольчої безпеки в умовах воєнного стану. *Інноваційні екологобезпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану : тези IV Всеукраїнської науково-практичної конференції (27–28 серпня 2025 року)*. Київ : Інститут агроєкології і природокористування НААН, 2025. С. 43.

**Сенчишин В. С., Бойко П. М.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИВАТНОГО РЕКРЕАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ У КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ

На сьогодні приватні рекреаційні комплекси в Україні набувають все більшого розвитку, адже це відносно вільна економічна ніша, історія якої нарахувє кілька десятиліть.

Головним завданням нашої роботи було створення приватного рекреаційного комплексу на території Новоукраїнського району Кіровоградської області, розрахованого на до 120 відпочиваючих, що поєднає малі архітектурні форми, водні об'єкти та продуману рослинність. Проєкт

повинен враховувати континентальний клімат центральної України (тепле посушливе літо, холодна зима) і характери ґрунтів регіону (переважно чорноземи з доброю родючістю, місцями – суглинки й важкі глинисті материнські породи).

Просторова організація включає: 20 бесідок (МАФ), 20 будиночків, фонтан, альпійські гірки, басейн і ставок для риболовлі.

Зонування рекреаційного об'єкту:

Житлова зона – 20 будиночків для гостей. Оскільки комплекс розрахований на 120 осіб, розрахунок місткості:  $120 \div 20 = 6$  осіб на будиночок. Тому кожен будиночок проектується як блок на 4–6 місць або модульний тип з можливістю конвертації.

Рекреаційна (активна) зона – басейн, спільний майданчик для фізичних активностей, вечірні прогулянкові майданчики. Басейн – центральний публічний елемент.

Спокійна (пасивна) зона – ставок для риболовлі, панорамні квітники, альпійські гірки.

Гостьові бесідки/пікнік-зони – 20 розосереджених бесідок для приватного відпочинку.

Сервіс і паркування – технічні служби, складські приміщення, паркомісця.

Рекомендований мінімальний загальний земельний фонд – приблизно 2 гектари (20 000 м<sup>2</sup>). У сумі інтенсивні зони та інфраструктура  $\approx$  5000–6000 м<sup>2</sup>; решта площі – зелена структура й рекреаційні насадження.

Рослинні рішення (видовий склад і посадки):

З огляду на клімат і ґрунти Кіровоградської області перевагу слід давати видовим і сортоформам, стійким до посухи та коливань температур.

Дерева (декоративні): Туя (*Thuja occidentalis*) – хвойна, формує живі огорожі/акценти; Ялівець (*Juniperus* spp.) – низькі й високі форми для алеї і композицій; Гінкго (*Ginkgo biloba*) – солітер для алеї та центральних композицій; витривалий до антропогенних навантажень; Ліріодендрон (*Liriodendron tulipifera*) – вертикальний акцент, потребує вологи в перші роки; Дуб (*Quercus* spp.) – довговічний солітер для тіні й біорізноманіття та інші.

Кущі декоративні – Барбарис Тунберга (*Berberis thunbergii*) – бордюри, жива огорожа; Ялівці кушові – структурні елементи міксбордерів; Деревовидна півонія (*Paeonia suffruticosa*) – як грань міксбордерів/окремі солітери; Скумпія (*Rhus typhina*) – акцентні кущі з кольоровим осіннім листям.

Квітники та композиції:

Партерні (симетричні) квітники біля центральної площі, які підкреслюють центральний елемент – фонтан.

Міксбордери – багаторічні суміші кущових культур та багаторічних гарноквітухих трав'янистих рослин. Вищі розміщуються за задньому плані, низькі – попереду) із врахуванням сезонності.

Бордюри – барбарис, низькі декоративні трави.

Для посадок дерев і кущів необхідно забезпечити посадкові ями з добривно-структурною ґрунтосумішшю: чорнозем або компост + піщано-органічна фракція (за потреби).

Необхідно враховувати потребу в поливі перших 2–3 років; у подальшому – групувати рослини за потребою вологості для економії води.

Іригація, утримання та екологічні рішення:

Необхідно встановити автоматизовану систему краплинного зрошення для міксбордерів і молодих дерев; таймери і датчики вологості.

Збір дощової води з дахів будиночків і МАФ для поливу і наповнення ставки/фонтана (рециркуляція).

Використання мульчі для зменшення випаровування і пригнічення бур'янів.

План обслуговування: щомісячні огляди систем поливу і фонтану; сезонні обрізки; інвентаризація та фітопатологічне обстеження зелених насаджень щорічно.

Безпека та комфорт:

Обгородження та заходи безпеки біля ставка (місця для риболовлі – укріплений берег; попереджувальні знаки).

Освітлення пішохідних шляхів і біля МАФ (енергозберігаючі LED, автономні світильники з датчиками).

Внутрішні маршрути – доступність для маломобільних відвідувачів, безбар'єрні підходи.

Економічні та організаційні аспекти (коротко):

Модульний підхід до будівництва (зменшення капітальних витрат, швидка відбудова).

Постановка черговості реалізації: 1) інфраструктура й дренаж; 2) будиночки й базова мережа поливу; 3) ландшафтні насадження великих дерев; 4) малі архітектурні форми й декоративні елементи; 5) декоративні посадки й квітники.

Проект приватного рекреаційного комплексу в Кіровоградській області має базуватися на принципах адаптації до помірно-континентального типу клімату та специфіки ґрунтів – вибір стійких видів

рослин, економічні системи поливу, продумане зонування для приватності і одночасного обслуговування до 120 відпочиваючих. Оціночна площа комплексу – 2 га; за умови детальних топографічних і ґрунтових досліджень ця площа може бути скоригована.

#### Література

1. Boiko T., Boiko P. Preliminary studies of the phytosanitary condition of urban greenery in the city of Kropyvnytskyi (Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 2024. № 14 (2). С. 1–7.
2. Бойко Т. О., Котовська Ю. С. Використання багаторічних злакових культур в озелененні міста Херсон. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 7–12.
3. Бойко Т. О., Бойко П. М. Довідник ландшафтного дизайнера : навчальний посібник. Одеса : Олді+. 2024. 196 с.
4. Boiko T., Boiko P, Dvorna A. Analysis of the use of fruit and nice cultures in greening of the Kherson region. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 333–338.

**Сердюк М. М., Алмашова В. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

### ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНИТОРИНГ СУЧАСНОГО СТАНУ НИЖНЬОДНІСТРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Нижньодністровський Національний Парк розташований у зоні злиття річок Придністров'я та Нижнього Придністров'я, в межах заплави. Ця територія охоплює правий, північний берег річки, ліворуч від долини Придністров'я і примикає до вод Придністровського лиману із заходу і сходу, а також до корінного глинистого узбережжя на півдні. Протяжність території сягає близько 30 км від північного заходу на південний схід і приблизно 14 км від заходу на схід, а загальний периметр становить близько 140 км.

Заповідні зони займають екологічно важливі природні комплекси, які мають першочергове значення для збереження біорізноманіття в басейні річки Придністров'я. Охоронювана територія майже повністю охоплює Нижньодністровський національний природний парк (НПП), загальна площа якого становить 7620 гектарів. Значна частина земельної ділянки цієї території, надана у довгострокове користування,

поділена на дві ділянки: 2500 га у Біляївському районі та 1200 га у Білгород-Дністровському районі.

У межах заповідної території розташовані плавучі озера, серед яких Озеро гори, Озеро Біле та частина озера Тюдорово. Тут також є унікальні ділянки лісу на північних берегах гірської річки Придністров'я разом із прилеглими водами. Охоронна територія межує з регульованою зоною відпочинку, а Нижньодністровська НПП є найбільшою за площею в цьому регіоні (близько 40 %), включаючи великі ділянки Придністровського лиману заток Карагель та мертвого Турунчука. Ці ділянки відокремлені від головної частини парку, яка розташована поблизу села на березі парку, в зоні злиття Придністровського лиману від Пд.. Стаціонарні зони відпочинку займають близько 1 % площі парку і призначені для обслуговування відвідувачів Нижньодністровської АЕС.

Геоморфологічно Нижньодністровський НПП характеризується однорідним рельєфом: переважає рівнинна заплава з водотоками. Найпоширенішими формами рельєфу є русла річки Дністровського хребта з точною висотою від 0,5 до 3 (іноді 5) метрів над рівнем води, а також штучні насипи заввишки 0,5–2,5 м.

Особливою рисою заплави, крім структури і міцності гребенів, є унікальна зона в середній частині, яка складається із щільно перепланих коренів очерету, місцями з додаванням котів, озерних рослин та мулистих відкладень. Ці особливості ландшафту створюють сприятливі умови для розвитку різноманітної місцевої флори і фауни з високим рівнем біорізноманіття.

Рекреаційна діяльність на території парку продовжується його спеціалізованими підрозділами, а також іншими підприємствами та установами за погодженням з адміністрацією відповідно до чинного законодавства.

Економічна зона призначена для ведення господарської діяльності, спрямованої на виконання завдань Нижньодністровського НПП. Тут розташовані населені пункти з приватною та комунальною забудовою, об'єкти інфраструктури парку, а також землі інших власників, інтегровані у відповідності з парком відповідно до екологічних вимог. В межах регульованих, стаціонарних рекреаційних та економічних зон забороняється здійснення видів діяльності, які призводять або виявляються можуть спричинити деградацію стану навколишнього середовища та зниження рекреаційної цінності паркових територій.

Територія Нижньодністровського НПП розташована в межах водно-болотних угідь міжнародного значення «Річки, до яких

приєднуються Придністров'я та північної частини придністровського лиману. Рамсарська Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище створення водоплавних птахів. Основними складовими частинами Дністровського водогосподарського комплексу є водопостачання населених пунктів, промисловість, сільськогосподарське виробництво, зрошення земель, гідроенергетика, водний транспорт, рибальство та рекреаційна діяльність. Аналіз водокористування в басейні Придністров'я у період 1986–2004 років дозволяє ідентифікувати чіткі тенденції у споживанні водних ресурсів у різних галузях.

Порушення стандартів якості води досягли рівнів, що свідчать про деградацію водних екосистем і зниження продуктивності водосховищ. Значна частина населення басейну користується неякісною водою, що становить загрозу для здоров'я.

Головними забруднювачами басейну Дністра є промислові підприємства й об'єкти житлово-комунального господарства. Водойми басейну особливо забруднені солями амонію, нафтовими продуктами і важкими металами. Основними джерелами забруднення поверхневих вод є:

- скиди неочищених і погано очищених міських і промислових стічних вод у водойми безпосередньо та з міських каналізаційних систем;
- забруднення із поверхневого стоку з урбанізованих територій і сільськогосподарських угідь;
- ерозія ґрунтів у зонах водозбору.

Нераціональне водокористування у всіх сферах викликає серйозні екологічні проблеми: повені і паводки дедалі частіше набувають катастрофічних масштабів, виникають пошкодження і руйнування гідротехнічних споруд. Актуальними залишаються питання стану водних ресурсів басейну Придністров'я.

Систематичний екологічний моніторинг та управління водними ресурсами мають визначити основні проблеми для подальшого вирішення:

- екстремальне антропогенне навантаження на водойми спричинило функціональну кризу, яка потребує комплексного підходу до управління;
- зниження природної самоочищувальної здатності річок і виснаження водних ресурсів;
- нерегулярне скидання стічних вод з населених пунктів і господарств, що призводить до суттєвого забруднення;

- застосування застарілих технологій у сільському господарстві, низька ефективність очисних споруд, що спричиняє забруднення органічними і біогенними речовинами;
- погіршення якості питної води через незадовільний стан природних джерел;
- недосконалість економічних механізмів водокористування та недостатня ефективність заходів збереження водних ресурсів через прогалину нормативно-правової бази й структури управління;
- автоматизованих систем постійного моніторингу якості питної та стічної води у водопостачанні й каналізації.

Отже, можна сказати, що екологічний стан природних ресурсів території Нижньодністровського НПП знаходиться у задовільному стані. Але на нашу думку екологічна реабілітація річкових басейнів має стати оптимальною водною політикою, спрямованою на забезпечення сталого функціонування екосистем, якісних водних ресурсів, безпечних для населення умов проживання та господарської діяльності, а також захисту ресурсів від забруднення та виснаження.

#### Література

1. Клименко М. О., Бедункова О. О. Біоіндикація стану гідроєкосистем за морфологічними та цитогенетичними характеристиками гомеостазу риб. Рівне : НУВГП, 2018. 302 с.
2. Голиков А. П., Козакова Н. А., Пересадько В. А. Водна безпека людства: глобальний і регіональний виміри. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм*. 2018. Випуск 7. С. 26–34.
3. Хільчевський В. К. Основні засади управління якістю водних ресурсів України та їхня охорона : навч. посібник. Київ : ВПЦ Київський університет. 2019. 172 с.
4. Екологічні основи управління водними ресурсами / А. І. Томільцева, А. В. Яцик, В. Б. Мокін та ін. Київ : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. 200 с.

*Скора Л. А.**Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## ЕКОМОРФІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ҐРУНТОВОЇ МЕЗОФАУНИ

Ґрунтова мезофауна є одним із ключових компонентів наземних екосистем, що забезпечує функціонування процесів трансформації органічної речовини, біотичну регуляцію чисельності популяцій та стабільність екологічних зв'язків [1]. Організми цієї групи беруть участь у процесах гумусоутворення, структуроутворення ґрунту та підтриманні його родючості.

Екоморфічний підхід до аналізу ґрундової мезофауни дозволяє розглядати угруповання організмів не лише з позицій таксономічного складу, а й з урахуванням їхніх екологічних властивостей, функціональної ролі та адаптацій до умов середовища [2]. Розуміння екоморфічної структури мезофауни є важливим для оцінювання екологічного стану ґрунтів, визначення ступеня антропогенного навантаження та прогнозування змін у біогеоценозах.

Актуальність теми зумовлена необхідністю формування наукових основ сталого управління ґрунтовими ресурсами, оскільки саме ґрунтова мезофауна є чутливим біоіндикатором деградаційних процесів у ґрунтах [3].

**Мета дослідження** – узагальнення знань про екоморфічну організацію ґрундової мезофауни та оцінка її ролі у функціонуванні екосистем різних типів. Дослідження базується на узагальненні результатів власних польових спостережень і сучасних наукових публікацій (2020–2025 рр.). Основними методами були: ґрунтова-зоологічний; кількісно-екологічний; еколого-статистичний; еколого-морфологічний.

Матеріали обробляли методами варіаційної статистики. Для визначення впливу екологічних факторів використовували коефіцієнт кореляції Пірсона між чисельністю екоморф і вологістю ґрунту, температурою, рН та вмістом гумусу.

**Склад і структурна організація ґрундової мезофауни.** До складу мезофауни належать безхребетні розміром 2–20 мм – дощові черв'яки, личинки комах, багатоніжки, павукоподібні, енхітреїди тощо. Вони утворюють трофічно різномірні групи: сапрофаги, фітофаги, детритофаги, хижі форми. Типовими представниками мезофауни в лісових екосистемах є Lumbricidae, Formicidae, Carabidae, Staphylinidae, Araneae;

у степових – Tenebrionidae, Isopoda, а в агроценозах домінують представники Collembola та Diptera [5]. Розподіл мезофауни має виражену стратифікацію. У верхньому (0–10 см) горизонті зосереджено понад 70 % усіх особин. Це пояснюється високою концентрацією органічних речовин та сприятливими аераційними умовами. З глибиною чисельність поступово зменшується, але збільшується частка геофільних і субгеофільних форм.

**Екоморфічна характеристика мезофауни.** Екоморфічний аналіз ґрунтових угруповань базується на оцінці комплексу ознак: вологості, термофільності, трофічної спеціалізації, типу рухової активності, реакції на освітлення, кислотність середовища [6]. Виділяють кілька основних груп екоморф: *гідрофіли* – мешканці вологих ґрунтів, характерні для луків і заплав; *мезофіли* – пристосовані до середнього рівня зволоження (лісові екосистеми); *ксерофіли* – види, що витримують посушливі умови (степи, піщані ділянки); *геофіли* – риючі форми, які мешкають у глибинних горизонтах (енхітреїди, черв'яки); *епігеї* – види, що перебувають на поверхні ґрунту (жужелиці, кліщі, павуки). Екоморфічна структура мезофауни є індикатором вологості, температури та механічного складу ґрунтів. У зволжених біотопах частка гідрофілів може перевищувати 45 %, тоді як у посушливих зменшується до 10–15 % [4].

**Екоморфічна організація у різних типах біогеоценозів.** Дослідження показують, що у лісових екосистемах мезофауна характеризується найвищим рівнем різноманіття ( $H = 3,1–3,4$ ) і значною представленістю сапрофагів. У степових біогеоценозах переважають ксероморфні види з глибоким заляганням у ґрунтовому профілі, а у агроценозах структура спрощена, домінують поліфаги й види-еврибіонти [5]. Встановлено, що співвідношення основних екоморф змінюється під впливом агротехнічних заходів: інтенсивна оранка, внесення мінеральних добрив і пестицидів знижує чисельність гідрофільних і геофільних форм, натомість підвищує частку епігеїв.

**Значення екоморфічного підходу для біоіндикації.** Екоморфічна структура мезофауни є надійним критерієм оцінки екологічного стану ґрунтів. Показано, що співвідношення «гідрофіли : ксерофіли» і «сапрофаги : хижаки» тісно корелює з рівнем гумусу, кислотністю й вологістю [6, 7]. У природних лісах спостерігається збалансоване співвідношення екоморф, тоді як у деградованих або урбанізованих ґрунтах переважають еврибіонти та синантропні види. Це свідчить про втрату стійкості екосистем і спрощення трофічних зв'язків.

**Висновки.** Екоморфічна організація ґрунтової мезофауни відображає складні адаптаційні процеси, спрямовані на забезпечення функціональної рівноваги екосистем. Основними екологічними чинниками, що формують структуру мезофауни, є вологість, температура, аерація та механічний склад ґрунтів. Екоморфічна структура може використовуватися як біоіндикатор стану ґрунтових екосистем, оскільки чітко реагує на антропогенне навантаження. Врахування екоморфічних характеристик дозволяє прогнозувати зміни угруповань мезофауни в умовах зміни клімату та інтенсивного землекористування.

#### Література

1. Андрійчук В. Г. (2020). Біоіндикація ґрунтових екосистем на основі аналізу мезофауни. Екологічна безпека та природокористування, № 3, 25–33.
2. Гуцол О. І., Пилипенко, І. В. (2021). Екоморфічна структура безхребетних у лісових біоценозах України. Біологічні студії, № 15 (2), 47–56.
3. European Environment Agency (EEA). (2023). Soil Biodiversity and Ecosystem Services in Europe. Copenhagen: EEA Report.
4. Дяченко, Л. С. (2022). Оцінка біорізноманіття ґрунтової мезофауни в агроландшафтах Лісостепу. Вісник екологічної науки, № 1, 62–70.
5. Zhao Y., Zhou, H. (2023). Structural composition and trophic patterns of soil mesofauna under different land uses. Pedobiologia, 97, 109–121.
6. Кузьменко С. О. (2024). Просторова організація мезопедобіонтів у природних та трансформованих екосистемах. Науковий вісник УжНУ. Серія Біологія, № 2, 89–99.
7. Wagg C., Bardgett R. D. (2025). Functional morphology and soil fauna responses to environmental stress. Soil Biology & Biochemistry, 189, 109395.

*Сорочинська О. Л.*

*Національний транспортний університет  
м. Київ, Україна*

## УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ

Сучасні виклики сталого розвитку потребують всебічного підходу до вирішення екологічних проблем, серед яких питання управління відходами посідає ключову позицію. Щорічне зростання обсягів відходів негативно впливає не лише на стан навколишнього середовища, а й на

рівень життя населення, економічну стійкість і інвестиційну привабливість регіонів. Ефективне управління відходами сьогодні стає суттєвою складовою екологічної стратегії країни та інструментом досягнення цілей сталого розвитку.

Раціональне управління відходами є основною передумовою забезпечення екологічної безпеки та сталого розвитку територій. Воно включає низку заходів, спрямованих на зменшення утворення відходів, їх повторне використання, переробку, утилізацію та безпечне захоронення. Головна мета цих процесів – зменшити шкідливий вплив антропогенної діяльності на довкілля та створити умови для ефективного використання природних ресурсів [1].

Одним із найважливіших напрямів сучасного екологічного менеджменту є впровадження принципів циркулярної економіки, що передбачає перехід від лінійної моделі «виробництво – споживання – відходи» до замкненого циклу «виробництво – споживання – переробка – повторне використання». Такий підхід дозволяє не лише скорочувати обсяги відходів, але й повертати матеріальні ресурси в економічний обіг, знижуючи потребу у видобутку первинної сировини. Особливо важливою складовою є розвиток регіональних систем сортування, компостування та вторинної переробки [2].

Сортування твердих побутових відходів безпосередньо на місцях їх утворення забезпечує зменшення кількості відходів, що потрапляють на полігони, та підвищує ефективність їх подальшої обробки. Компостування органічних відходів сприяє зменшенню метанових викидів і дає змогу отримувати екологічно безпечне добриво для сільського господарства. Переробка пластику, скла, паперу та металів забезпечує збереження природних ресурсів і зменшує енергоспоживання у виробничих процесах. Екологічні переваги правильно організованої системи управління відходами проявляються також у зменшенні рівня забруднення ґрунтів, води та повітря. Полігони, що не відповідають екологічним стандартам, стають джерелами токсичних речовин, фільтрату та парникових газів. Натомість впровадження сучасних технологій – таких як біогазові установки, енергоутилізаційні комплекси, системи збору та очищення фільтратів – дозволяє мінімізувати шкідливий вплив відходів на природне середовище.

Крім того, екологічний аспект управління відходами тісно пов'язаний із збереженням біорізноманіття. Накопичення сміття на відкритих територіях призводить до деградації природних екосистем, зміни складу флори і фауни, втрати природних середовищ існування. Своєчасне

збирання, транспортування та обробка відходів сприяють відновленню екологічної рівноваги регіонів.

Сучасна екологічна політика у сфері поводження з відходами також передбачає використання інноваційних технологій, таких як системи цифрового моніторингу потоків відходів, екологічний аудит підприємств, розвиток «зелених» стартапів у сфері переробки. Це дає змогу підвищити ефективність контролю, оптимізувати процеси збору та транспортування, а також формувати прозорі екологічні практики.

Управління відходами має не лише екологічне, а й важливе соціально-економічне значення, оскільки впливає на розвиток місцевих громад, створення нових економічних можливостей та підвищення якості життя населення. В умовах переходу до моделі сталого розвитку відходи розглядаються не як тягар, а як потенційний ресурс, який може забезпечити економічні вигоди за умови його ефективного використання. Одним із ключових соціально-економічних ефектів є створення нових робочих місць у сферах збирання, сортування, транспортування, переробки та утилізації відходів. Розвиток інфраструктури поводження з відходами потребує залучення різних фахівців – від інженерів і екологів до логістів та працівників сервісних підприємств. Таким чином, управління відходами стає інструментом підтримки зайнятості та розвитку місцевої економіки, особливо у малих громадах [3].

Важливою економічною перевагою є розвиток малого та середнього бізнесу у сфері переробки вторинної сировини, виробництва екологічних матеріалів, компосту, біогазу тощо. Підприємницька діяльність у цьому напрямі сприяє диверсифікації регіональної економіки, зниженню енергетичної залежності та підвищенню конкурентоспроможності регіонів. Впровадження інноваційних технологій утилізації відходів стимулює інвестиційну активність і створює сприятливий клімат для «зелених» стартапів [4].

Не менш важливим є соціальний ефект, що полягає у підвищенні рівня екологічної свідомості населення. Формування системи екологічної освіти – від шкільних програм до громадських ініціатив – сприяє усвідомленню важливості відповідального споживання та сортування відходів. Залучення громадськості до екологічних програм і волонтерських акцій підвищує рівень соціальної згуртованості, формує активну громадянську позицію та розвиває культуру дбайливого ставлення до довкілля. Соціально-економічний аспект також проявляється у зменшенні бюджетних витрат на ліквідацію стихійних звалищ, очищення територій і рекультивацію земель.

Ефективно організована система управління відходами дозволяє оптимізувати фінансові ресурси місцевих громад, спрямовуючи їх на інші пріоритетні напрями – розвиток освіти, медицини чи інфраструктури. Таким чином, зменшення екологічного навантаження безпосередньо впливає на покращення соціально-економічної ситуації у регіоні.

У ширшому контексті управління відходами сприяє досягненню Цілей сталого розвитку ООН, зокрема Цілей № 8 «Гідна праця та економічне зростання», № 11 «Сталий розвиток міст і громад» та № 12 «Відповідальне споживання і виробництво». Це свідчить про те, що соціально-економічна ефективність управління відходами має глобальний вимір і сприяє інтеграції регіонів у світовий екологічний простір.

Ефективне управління відходами у регіонах потребує комплексного підходу, що поєднує екологічні, економічні, соціальні та управлінські складові. Управління відходами є невід’ємною складовою сталого розвитку, яка поєднує екологічні, економічні та соціальні аспекти розвитку регіонів. Запровадження інноваційних підходів, стимулювання підприємств до використання екологічних технологій, а також активна участь громадян у процесах сортування та переробки відходів створюють основу для екологічно безпечного та економічно стабільного майбутнього. Отже, управління відходами виступає не лише засобом збереження довкілля, а й стратегічним інструментом соціально-економічного зростання регіонів.

#### Література

1. Закон України «Про управління відходами» від 20.06.2022 р. № 2320-IX.
2. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 08.11.2017 р. № 820-р. Київ : КМУ, 2017.
3. Савенко О. М. Соціально-економічні аспекти екологічної модернізації регіонів України. *Економіка та держава*. 2021. № 10. С. 56–61.
4. Ковальчук Т. В. Економічні механізми управління відходами в умовах сталого розвитку. Львів : Видавництво ЛНУ ім. І. Франка, 2020. 198 с.
5. Кравченко О. С. Регіональна екологічна політика та управління природокористуванням. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2020. 240 с.

Стефанюк Р. І.

Херсонський державний аграрно-економічний університет

м. Херсон, Україна

## СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ЯБЛУНЕВОЇ ПЛОДОЖЕРКИ

Яблунева плодожерка (*Cydia pomonella* L.) є одним із найнебезпечніших шкідників плодових насаджень, зокрема яблуні. Її шкодочинність проявляється у пошкодженні плодів, що призводить до втрати товарного вигляду та зниження врожайності на 30–60 % [1]. В умовах кліматичних змін, теплих зим і тривалих вегетаційних періодів шкідник здатний формувати 2–3 покоління за сезон, що ускладнює його контроль традиційними засобами [2].

Багаторічне застосування хімічних інсектицидів призвело до формування резистентності у популяцій плодожерки, зниження ефективності обробок і забруднення плодів залишками пестицидів [3]. Тому сучасні системи захисту базуються на інтегрованому підході (IPM), що поєднує моніторинг, прогноз розвитку, використання біологічних засобів, феромонних пасток, а також вибіркове застосування малотоксичних препаратів [4].

**Метою роботи** є аналіз сучасних систем захисту яблуні проти яблуневої плодожерки з урахуванням екологічних, технологічних та економічних аспектів інтегрованого управління шкідником у садівництві України.

**Біологічні особливості шкідника.** Яблунева плодожерка (*Cydia pomonella* L.) належить до родини листовійок (Tortricidae). Зимують гусениці в коконах під корою дерев, у ґрунті або тарі для зберігання плодів. Літ метеликів першого покоління починається за середньодобової температури +16 °C і триває 35–45 днів [1]. Самка відкладає до 80–120 яєць, з яких через 6–10 днів виходять гусениці, що проникають у плоди. Одна гусінь може пошкодити 2–3 яблука, спричиняючи прямі втрати врожаю до 50 % [2].

**Хімічна система захисту.** Традиційна система базується на використанні інсектицидів контактно-кишкової дії: препаратів на основі хлорпірифосу, дельтаметрину, лямбда-цигалотрину, спіносаду тощо [5]. Однак ефективність таких обробок значною мірою залежить від терміну їх проведення. Оптимальний час обприскування – на початку відродження личинок, що визначається за результатами моніторингу та обліку сум ефективних температур [6].

Сучасні малотоксичні інсектициди (інгібітори синтезу хітину, неонікотинноїди, інсектициди біологічного походження – спіносад, азадір-ахтин) забезпечують ефективність 85–95 % при мінімальному впливі на ентомофауну [7]. Проте надмірна залежність від хімічного методу не гарантує стабільності системи через ризик резистентності.

**Біологічні методи контролю.** Біологічна система передбачає використання ентомофагів, вірусних і бактеріальних препаратів, що безпечні для навколишнього середовища. Трихограма (*Trichogramma dendrolimi* Mats.) використовується для знищення яєць плоджерки. Двократне випускання ентомофага в період масової яйцекладки знижує чисельність шкідника на 60–70 % [8]. Препарати на основі *Bacillus thuringiensis* (Бітоксубацилін, Лепідоцид) ефективні проти молодих личинок і забезпечують до 80 % зниження пошкодження плодів [9]. Гранульові віруси (*Cydia pomonella granulovirus*) використовуються у препаратах типу «Мадекс Твін» або «Вірін-ЦМ», які пригнічують розвиток личинок першого віку, мають тривалий залишковий ефект і не шкодять запилювачам [10].

**Феромонний і механічний захист.** Використання феромонних пасток є основним методом моніторингу популяцій шкідника. Вони дозволяють визначати початок льоту метеликів і терміни відкладання яєць. Окрім моніторингу, феромонні системи застосовують у технології “mating disruption” – дезорієнтації самців за допомогою насичення повітря статевими феромонами. Цей метод знижує кількість запліднених самок і чисельність гусениць до 90 % без використання інсектицидів [11]. Також ефективними є механічні заходи: очищення кори, прибирання падалиці, спалювання пошкоджених плодів, встановлення ловчих поясів із гофрованого картону, які збирають гусениць для подальшого знищення [12].

**Інтегрована система захисту (ІРМ).** Інтегрована система поєднує моніторинг, прогнозування, вибір оптимальних термінів обробок і застосування комбінованих методів.

Загальна схема ІРМ передбачає:

- моніторинг плоджерки феромонними пастками (1 пастка на 2 га);
- визначення порогу шкодочинності – 5–6 метеликів за 3 дні або 1–2 яйця на 100 плодів;
- біологічний контроль (трихограма, вірусні препарати);
- хімічний контроль лише при перевищенні порогу шкодочинності;
- агротехнічні заходи – санітарна обрізка, знищення падалиці, підживлення дерев для підвищення імунітету [4, 7, 11].

Дослідження [13] показали, що інтегрована система дозволила знизити кількість пошкоджених плодів з 18 % (у контролі) до 3,5 %, тоді як економічна рентабельність становила 28 %.

Порівняльна ефективність систем захисту наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

### Ефективність систем захисту

| Тип системи | Основні елементи                             | Ефективність, % | Екологічна безпека |
|-------------|----------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| Хімічна     | Синтетичні інсектициди                       | 85–95           | Низька             |
| Біологічна  | Трихограма, вірусні, бактеріальні препарати  | 70–85           | Висока             |
| Інтегрована | Моніторинг, феромони, біо- та хімічні засоби | 90–95           | Висока             |

*Джерело: узагальнено за [4, 7, 10, 13]*

Таким чином, інтегрована система є найбільш ефективною, екологічно безпечною і стабільною у довгостроковій перспективі.

Висновки. Яблунева плодожерка залишається ключовим шкідником плодових садів, контроль якої потребує інтегрованого підходу. Використання біологічних засобів і феромонних технологій дозволяє суттєво зменшити застосування хімічних препаратів. Інтегрована система захисту забезпечує високу ефективність (до 95 %), екологічну безпечність і економічну вигідність.

### Література

1. Кузнецова Н. Г. (2022). Біологія та шкідливість яблуневої плодожерки в умовах Лісостепу України. Захист і карантин рослин, 28 (3), 45–52.
2. Jönsson A. M., et al. (2020). Climate Change and the Codling Moth: Effects on Phenology and Voltinism. Agricultural and Forest Entomology, 22 (2), 123–134.
3. Charmillot P. J., Blommers L. H. M. (2018). Codling Moth Resistance to Insecticides. Pest Management Science, 74 (5), 973–980.
4. FAO. (2023). Integrated Pest Management in Fruit Production Systems. Rome.
5. Волкова Л. С. (2024). Ефективність сучасних інсектицидів проти яблуневої плодожерки. Садівництво і виноградарство, 5 (2), 70–75.
6. Єфименко В. І. (2021). Використання сум ефективних температур для прогнозу розвитку яблуневої плодожерки. Агроєкологічний журнал, 3, 55–61.
7. Zarate S. I., et al. (2022). Use of Reduced-Risk Insecticides in Apple Orchards: Efficiency and Selectivity. Journal of Applied Entomology, 146 (4), 415–424.
8. Гринь О. В. (2023). Використання трихограми проти яблуневої плодожерки у садах Полтавщини. Наукові горизонти, 26 (2), 89–94.

9. Шевченко Т. П. (2020). Біологічні інсектициди у системі захисту плодових культур. *Біологія та екологія*, 4 (1), 33–39.
10. Zimmermann G., Kienzle J. (2021). Granulovirus Control of Codling Moth in Apple Orchards. *Biological Control*, 155, 104–118.
11. Witzgall P., et al. (2022). Mating Disruption Techniques in Integrated Pest Management of Codling Moth. *Crop Protection*, 164, 105–114.
12. Білик І. П. (2022). Санітарно-профілактичні заходи у системі захисту садів від шкідників. *Захист і карантин рослин*, 27 (1), 78–84.
13. Сидоренко Л. М. (2024). Інтегровані системи захисту яблуні від яблуневої плодожерки. *Агроінновації*, 3 (7), 101–108.

**Фіщенко Є. В., Алмашова В. С.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## **ЯКІСНА ОЦІНКА СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА РІЧКИ ДНІСТЕР**

Басейн Дністра розташований на густонаселеній території з високим промисловим потенціалом (у верхній частині басейну) та інтенсивним розвитком сільського господарства (у середній та нижній частинах басейну). Значні коливання водного стоку, зливовий гідрологічний режим, висока інтенсивність водокористування та скид промислових, господарсько-побутових та сільськогосподарських стічних вод створюють у басейні Дністра нестабільну гідроекологічну ситуацію. Це зумовлює необхідність комплексного дослідження гідрологічного і гідрохімічного режимів басейну Дністра.

Разом з тим, Дністер – транскордонна річка, друга за розмірами в Україні (довжина – 1362 км, площа басейну – 72,1 тис. км<sup>2</sup>) і належить до важливих водних артерій західного регіону України, а також є основною водною артерією Молдови. Верхня і нижня ділянки р. Дністер протікають в межах території України протягом 662 км, ділянка річки протягом 225 км проходить як по території України, так і по території Молдови, а 475 км протяжності річки відноситься до Молдови. Таке розташування зумовлює додатковий науковий і прикладний інтерес до вивчення просторово-часових особливостей змін хімічного складу та якості річкових вод басейну Дністра для вдосконалення співробітництва між Україною та Молдовою у спільному управлінні басейном річки Дністер, зокрема якістю води.

Для характеристики гідрохімічного режиму та оцінки якості поверхневих вод басейну Дністра використано матеріали гідрометслужби України за 2020–2023 рр. Для характеристики водогосподарської ситуації в басейні використано дані Державного агентства водних ресурсів України. За показниками сольового складу визначались критерії мінералізації та критерії забруднення компонентами сольового складу.

За значеннями мінералізації води р. Дністер відносяться до прісних. Дещо вищими значеннями мінералізації відзначаються води річки біля м. Розділ та у нижній частині річки (с. Маяки Одеської області), однак дане підвищення відбувається в межах 1 категорії. Досліджувані притоки басейну Дністра також характеризуються відмінною якістю води за показниками мінералізації. Води р. Дністер за критеріями забруднення сольового складу характеризувалися 1–2 категоріями I–II класами якості води. А саме, 69 % створів належали до 2 категорії II класу якості і за екологічним станом визначались як добрі, і чисті за ступенем чистоти. 31 % з усіх створів р. Дністер, зокрема верхньої (гірської) частини річки належали до 1 категорії, I класу якості води, і визначались як дуже добрі за екологічним станом та дуже чисті за ступенем чистоти. Це пов'язано із нижчою мінералізацією води гірських приток відповідно до рівнинних та низьким вмістом у їх водах хлоридних іонів (за виключенням р. Тисмениця).

За усередненими багаторічними значеннями блокового індексу  $I_1$  води гірської частини річки відносились до 1 категорії I класу якості (1–1,3), окрім значення  $I_1$  води біля м. Розділ, де даний показник становив 1,7–1,8 відповідно у пункті спостереження 1 км вище м. Розділ та 1 км нижче м. Розділ. Найбільшим внеском в інтегральну величину  $I_1$  по створу м. Розділ характеризувались хлоридні іони, за якими вода належала до 3 категорії II класу, під час повені – паводків, та 4 категорії III класу якості у меженні періоди. Такі умови пояснюються забрудненням поверхневих вод Дністра промисловими і господарсько- побутовими стічними водами м. Новий Розділ. Загалом для р. Дністер найбільшим внеском в інтегральну величину  $I_1$  відзначились хлоридні іони. За цими іонами поверхневі води річки Дністер характеризувались переважно як «добрі» за екологічним станом та «досить чисті» за ступенем чистоти. Найбільшим внеском в інтегральну величину  $I_2$  відзначився показник прозорості та сполуки азоту. Відтак вміст у воді р. Дністер азоту амонійного та азоту нітратного характеризувались переважно 5 та 6 категоріями: «задовільні» за екологічним станом, «забруднені» за ступенем чистоти та «погані» за екологічним станом, «брудні» за ступенем чистоти.

Води верхньої та середньої частин р. Дністер за вмістом амонійного азоту в більшості випадків належали до 5–6 категорій, III–IV класів якості (тобто коливались від задовільних до поганих за станом, від забруднених до брудних за ступенем). За вмістом іонів NO – поверхневі води р. Дністер в більшості випадків належали до 3–5 категорій, тоді як води Дністровського водосховища у всі сезони характеризуються 7 категорією, V класом якості, як «дуже погані» та «дуже брудні» води. У просторовому відношенні спостерігається тенденція до погіршення якості води за вмістом азоту нітратного від верхів'я р. Дністер до її гирла (с. Маяки) в межах 2–7 категорій. Вміст фосфору фосфатного у воді Дністровського водосховища за показниками якості води також відзначається в більшості випадків 5 категорією (задовільна за екологічним станом, помірно забруднена за ступенем чистоти), в той час як переважна більшість випадків характеризується 3–4 категоріями якості води. Загалом вміст фосфатів у воді Дністер змінюється в межах 2–5 к.

За показником прозорості води р. Дністер у 90 % випадків належали до 6 категорії IV класу якості («погані» за екологічним станом, «брудні» за ступенем чистоти). За вмістом завислих речовин води р. Дністер характеризуються 4 категорією («задовільні» за станом, «слабко забруднені» за ступенем чистоти). За величиною БСК<sub>5</sub> води р. Дністер належать виключно до 4 категорії III класу («досить добрі» за станом та «слабко забруднені» за ступенем чистоти). Даний показник в межах р. Дністер відрізняється стабільністю і не відзначається просторово-часовими змінами. За величиною біхроматної окиснюваності води р. Дністер змінюються в широкому діапазоні від 2 до 6 категорій якості води. Однак, певної закономірності в просторово-часовій динаміці не виявлено.

За вмістом розчиненого кисню води р. Дністер характеризуються виключно 1 категорією I класом якості води («відмінні» за станом, «дуже чисті» за ступенем чистоти). Серед показників трофо-сапробіологічного блоку кращими значеннями вирізнявся показник рН, що змінювався в межах 1–2 категорій. Поверхневі води приток р. Дністер за усередненими величинами показників трофо-сапробіологічного блоку переважно відносилися до 3–4 категорії II–III класу якості води (відповідно 35–56 %), що характеризує їх як мезоевтрофні та евтрофні за трофністю, та β- мезосапробні за сапробністю.

Отже, величини еколого-санітарних показників р. Дністер характеризуються просторовими змінами. Відтак, значення деяких з них (біогенні речовини) збільшуються в межах Дністровського водосховища,

а більшість зростає у рівнинній частині басейну відповідно до гірської території басейну Дністра (за виключенням р. Тисмениця). А саме, від 3 до 4 категорій II–III класів якості води.

### Література

1. Антипенко М. Л., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження, регулювання / за ред. Ю. Р. Шеляг-Сосонко. Київ : Наукова думка, 2009. 404 с.
2. Клименко М. О., Бедункова О. О. Біоіндикація стану гідроекосистем за морфологічними та цитогенетичними характеристиками гомеостазу риб. Рівне : НУВГП, 2017. 302 с.
3. Голіков А. П., Козакова Н. А., Пересацько В. А. Водна безпека людства: глобальний і регіональний виміри. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Міжнародні відносини. Економіка. Країнознавство. Туризм*. 2018. Випуск 7. С. 26–34.
4. Пічура В. І., Потравка Л. О., Скок С. В. Екологічний стан акваторії ріки Дніпро у зоні впливу урбосистем (на прикладі міста Херсон). *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. № 2. С. 19–34.

**Хованов А. Ю.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

## УТИЛІЗАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТА СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ПЕРЕРОБКИ

Проблема утилізації органічних відходів належить до найважливіших напрямів екологічної політики та сталого розвитку сучасного суспільства. Збільшення кількості населення, урбанізація та зміна харчової поведінки населення спричиняють щорічне зростання обсягів побутових відходів. За даними Світового банку, у 2025 році на одну особу припадає 1,42 кг твердих побутових відходів на добу, тоді як у 2020 році цей показник становив лише 0,64 кг [2].

Органічна фракція становить від 40 до 60% загального обсягу твердих побутових відходів в Україні, що створює підвищене навантаження на полігони, які часто експлуатуються без дотримання сучасних санітарно-екологічних норм [1]. Розкладання органічних речовин у безкисневих умовах супроводжується утворенням метану, який є одним із найпотужніших парникових газів: його парниковий потенціал у 28 разів вищий за вуглекислий газ [4].

Утилізація органічних відходів є складним міждисциплінарним завданням, що поєднує екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти. Ефективне управління органічною фракцією побутових відходів сприяє зменшенню обсягів сміття, формує нові ресурси для енергетики та аграрного сектору.

**Метою дослідження** є узагальнення сучасних підходів і технологій утилізації органічних відходів, а також визначення можливостей їх адаптації в Україні з урахуванням європейського досвіду та принципів циркулярної економіки.

**Матеріали та методи.** Для написання статті використано статистичні дані міжнародних організацій (World Bank, ISWA, Eurostat, EEA), аналітичні звіти українських відомств та результати наукових публікацій [2–5]. Методологічною основою дослідження стали принципи системного аналізу, структурного порівняння, аналітичного узагальнення та методи екологічного прогнозування.

**Джерела утворення та екологічні наслідки органічних відходів.** Основними джерелами утворення органічних відходів є сільське господарство, харчова промисловість, торгівля та побут [3]. У середньому близько половини побутового сміття – це харчові залишки, папір, картон, деревина та біологічні матеріали. Високий вміст вологи (60–70 %) створює умови для швидкого розкладання органіки, що призводить до утворення фільтрату – рідини з високим вмістом токсичних речовин.

На полігонах відходів відбуваються складні процеси анаеробного розкладання, внаслідок яких утворюється біогаз, що містить 50–60 % метану. При недостатній вентиляції накопичення метану може призвести до самозаймання відходів, вибухів і пожеж [4]. Ці явища становлять значну небезпеку для довкілля та здоров'я населення, оскільки продукти горіння містять діоксини, оксиди азоту, сірки, чадний газ та інші токсичні сполуки. Крім того, фільтрат, який утворюється під час розкладання органічної фракції, забруднює ґрунти та підземні води сполуками азоту, важкими металами (свинець, кадмій, ртуть) і леткими органічними речовинами. Таке забруднення може призводити до деградації земель, втрати родючості, а також біокумуляції токсичних речовин у рослинах і тваринах.

**Біологічні методи переробки.** Біологічні технології вважаються найбільш екологічно безпечними, оскільки відтворюють природні процеси розкладання органічних сполук [5].

*Аеробне компостування* – це контрольований процес біологічного розкладання органічної речовини в присутності кисню. Він проходить

у чотири фази: мезофільну, термофільну, мезофільну повторну та фазу дозрівання. За оптимальних умов температура компостної маси може досягати 70°C, що забезпечує знезараження матеріалу [5]. Компост збагачує ґрунт поживними речовинами, покращує його структуру та водний баланс.

*Вермокомпостування* базується на використанні дощових черв'яків (*Eisenia fetida*), які перетворюють органіку в біогумус. Цей процес має значні переваги: відсутність неприємного запаху, скорочення часу розкладання, підвищення біологічної цінності продукту.

*Анаеробне зброджування* (метанове бродиння) відбувається без доступу кисню та супроводжується утворенням біогазу. Отриманий біогаз використовується для виробництва електроенергії, а залишковий продукт – як органічне добриво [4]. За даними Міністерства енергетики України, у 2023 році працювало 19 полігонів, обладнаних когенераційними установками, які виробили понад 8 млн кВт·год електроенергії [1].

Порівняльний аналіз (табл. 1) демонструє, що компостування залишається найбільш економічно доцільним методом, а анаеробне зброджування – найефективнішим з точки зору енергетичного потенціалу.

Таблиця 1

**Порівняння основних біологічних методів  
утилізації органічних відходів**

| Метод                  | Основний продукт  | Екологічний ефект                              | Недоліки                                            |
|------------------------|-------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Аеробне компостування  | Компост (добриво) | Зменшення обсягів відходів, покращення ґрунтів | Тривалий цикл, потреба у великих площах             |
| Вермокомпостування     | Біогумус          | Висока якість продукту, відсутність запаху     | Вимагає стабільних умов температури і вологості     |
| Анаеробне зброджування | Біогаз, дигестат  | Виробництво енергії, зниження викидів метану   | Висока вартість обладнання, складність експлуатації |

**Термохімічні та фізико-хімічні технології.** Термохімічні методи – піроліз, газифікація, спалювання – використовуються переважно для промислових і змішаних відходів.

*Піроліз* дозволяє отримати біовугілля, піролізну рідину й газ. Біовугілля можна використовувати як паливо або як ґрунтовий поліпшувач, що поглинає вуглець [5].

*Газифікація* відрізняється більш високими температурами (700–1400 °C) і дає синтез-газ, який може бути використаний як паливо для виробництва електроенергії [4].

*Гідротермальна карбонізація (ГК)* є перспективною технологією для переробки вологих органічних відходів, таких як осад стічних вод і харчові рештки. Вона забезпечує отримання гідровугілля – матеріалу з високим енергетичним потенціалом і стабільною структурою.

**Європейський досвід управління органічними відходами.** Європейська модель управління відходами ґрунтується на принципах ієрархії: «запобігання утворенню → повторне використання → переробка → утилізація → захоронення». Ключовим нормативним документом є Директива 2008/98/ЄС, яка встановлює вимоги до зменшення обсягів сміття та підвищення рівня переробки [3].

У Німеччині понад 65 % органічних відходів надходить на компостування або біогазові станції. У Франції діє законодавча вимога обов'язкового сортування органічних фракцій для всіх підприємств харчової галузі. Словенія стала першою країною, що реалізувала національну стратегію “Zero Waste”, де органічні відходи переробляються на добрива для міських зелених зон [3].

В Україні впровадження таких моделей розпочалося у містах Львів, Хмельницький, Київ, де створено станції для централізованого компостування. Проте загалом система поводження з відходами потребує суттєвої модернізації [1].

**Перспективи розвитку системи управління органічними відходами в Україні.** Для підвищення ефективності системи управління органічними відходами в Україні необхідно: створити розгалужену мережу компостувальних станцій у громадах; забезпечити обов'язкове сортування органічних фракцій у домогосподарствах; запровадити стимули для розвитку біогазових установок та виробництва енергії з відходів; розробити освітні програми для формування культури відповідального споживання; посилити контроль за експлуатацією полігонів і впровадженням систем дегазації.

Запровадження комплексного підходу дозволить скоротити обсяги захоронення відходів та перетворити їх на джерело енергії та цінних вторинних ресурсів.

**Висновки.** Органічні відходи становлять найбільшу частку побутових відходів і є джерелом метану, який суттєво впливає на кліматичні зміни. Біологічні технології (аеробне та анаеробне компостування, вермопереробка) є найефективнішими з екологічного та економічного

погляду. Термохімічні процеси (піроліз, газифікація, ГК) мають перспективи промислового застосування для зменшення викидів і виробництва енергії. Європейський досвід показує, що законодавчі вимоги до сортування органічної фракції та фінансові стимули є ключем до успішного управління відходами. Для України актуальним є впровадження системи циркулярної економіки, що поєднує екологічні технології, економічну вигоду та соціальну відповідальність. Подальші дослідження мають бути спрямовані на оцінку життєвого циклу технологій переробки, моделювання енергетичного потенціалу біогазу та удосконалення системи екологічного моніторингу.

#### Література

1. Закон України «Про управління відходами» № 2320-IX від 20.06.2022 р.
2. World Bank. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, D. C.: The World Bank, 2023.
3. Eurostat. Recycling rate of municipal waste, 2024. [Електронний ресурс]. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat>
4. International Solid Waste Association (ISWA). Global Waste Management Outlook 2023. Vienna, 2023.
5. Хохлова І. В. Сучасні технології переробки органічних відходів та перспективи їх впровадження в Україні. *Екологічна безпека та природокористування*. № 2 (38). 2024. С. 45–55.

**Щербина Д. О.**

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

### ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРОТИ САМШИТОВОЇ ВОГНІВКИ

Самшитова вогнівка (*Cydalima perspectalis* Walker) – інвазійний шкідник родом із Східної Азії, який за останнє десятиліття швидко поширився територією Європи, зокрема в Україні [1]. Личинки шкідника живляться листям і молодими пагонами *Buxus sempervirens*, спричиняючи масове облісіння кущів, зниження декоративної цінності насаджень і навіть загибель рослин [2].

Інтенсивне застосування хімічних інсектицидів дає короткочасний ефект, проте спричиняє знищення корисних комах, забруднення довкілля та формування резистентності у популяцій шкідника [3].

Тому дедалі більшої уваги набуває використання біологічних препаратів, які базуються на бактеріях, грибах, вірусах або природних ентомофагах. Такі засоби є безпечними для екосистеми, сумісними з інтегрованими системами захисту і дозволяють ефективно контролювати шкідника на різних стадіях його розвитку [4].

**Метою дослідження** є оцінка ефективності сучасних біологічних препаратів у контролі самшитової вогнівки, визначення їх переваг і місця в інтегрованій системі захисту декоративних насаджень.

**Біологічні особливості шкідника.** Самшитова вогнівка (*Cydalis perspectalis*) проходить до трьох поколінь на рік у кліматичних умовах Південно-Східної Європи. Зимують личинки у щільних коконах серед листя самшиту. Навесні, за середньодобової температури понад +10 °C, починається їх активне живлення [5]. Гусінь третього–четвертого віку знищує до 90 % листової маси рослини, що призводить до її відмирання. З огляду на швидкий розвиток шкідника та обмежену ефективність хімічних засобів, актуальним стає пошук біологічних інструментів регуляції чисельності популяцій.

**Препарати на основі *Bacillus thuringiensis*.** Найбільш поширеним є застосування біоінсектицидів на основі бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (Bt). Препарати Лепідоцид, Бітоксубацилін, Діпел DF, Хентарі WG містять спори та ендотоксини, які уражають личинку при потраплянні в травну систему. Дослідження в Німеччині та Польщі показали, що обробка препаратом *Xentari WG* у концентрації 1 г/л забезпечує до 95 % загибелі личинок протягом 7 днів після застосування [6]. Перевагою Bt-препаратів є їх висока селективність – вони не впливають на бджіл, дощових черв'яків та хижих комах [7].

**Ефективність ентомопатогенних грибів.** Ентомопатогенні гриби роду *Beauveria* та *Metarhizium* показують високу активність проти гусені самшитової вогнівки. Дослідження [8] довели, що застосування препарату Метаризин (на основі *Metarhizium anisopliae*) у нормі 2 л/га спричиняло загибель до 80 % личинок за 10 діб [8]. Препарати *Beauveria bassiana* («Боверін», “Naturalis”) діють повільніше, але мають триваліший ефект у ґрунті та на поверхні листків [9]. Їхня ефективність зростає при вологості повітря понад 70 % і температурі +20–25 °C [10].

**Використання вірусних і ботанічних біопрепаратів.** В останні роки вивчаються вірусні інсектициди (нуклеопротеїнові віруси), які показують специфічну дію проти лускокрилих. Хоча поки немає зареєстрованих вірусних препаратів проти *C. perspectalis*, лабораторні дослідження свідчать про перспективність створення специфічного вірусу для

біоконтролю [11]. Ботанічні препарати на основі азадірахтину (екстракт насіння нім-дерева *Azadirachta indica*) – наприклад, NeemAzal-T/S – проявляють антифідантну дію, знижуючи живлення личинок і їх виживаність до 60–70 % [12].

**Біоконтроль за допомогою ентомофагів.** В Європі проводяться дослідження щодо випуску природних ворогів самшитої вогнівки: *Trichogramma evanescens* – паразитує яйця шкідника; *Tachina lurida* – паразитує личинок; *Braconidae spp.* – уражають гусінь молодших віків [13]. Комбіноване використання трихограми та бактеріальних препаратів дає синергетичний ефект – зниження чисельності популяції до 95 % без шкоди для нецільових організмів [14].

**Інтегрована система біозахисту.** На основі узагальнених даних пропонується інтегрована схема контролю: **моніторинг** появи метеликів феромонними пастками (1 пастка на 100 м<sup>2</sup>); **порогове значення** – 10–12 метеликів за 3 дні – сповіщення до обробки; **біопрепарати** – *Bacillus thuringiensis* (1–2 обробки з інтервалом 7 днів), *Metarhizium anisopliae* або *Beauveria bassiana* після дощу або поливу; **агротехнічні заходи** – обрізування пошкоджених пагонів, спалювання гусені, санітарне прибирання; **повторний моніторинг** через 10 днів для визначення ефективності заходів. За результатами досліджень [15], така схема забезпечила 92 % зниження чисельності шкідника та повне відновлення декоративного стану самшиту протягом 30 днів.

Порівняльна ефективність біологічних препаратів наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

### Ефективність біологічних препаратів

| Препарат /<br>Метод          | Діюча основа                                                 | Ефективність,<br>% | Екологічна<br>безпека |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------|
| Лепідоцид,<br>Діпел DF       | <i>Bacillus thuringiensis</i><br><i>var. kurstaki</i>        | 90–95              | Висока                |
| Метаризин, Боверін           | <i>Metarhizium anisopliae</i> ,<br><i>Beauveria bassiana</i> | 75–85              | Висока                |
| NeemAzal-T/S                 | Азадірахтин                                                  | 60–70              | Висока                |
| Трихограма,<br>тахінові мухи | Ентомофаги                                                   | 70–90              | Висока                |

Джерело: узагальнено за [6–10, 13–15]

**Висновки.** Біологічні препарати є ефективною альтернативою хімічним інсектицидам для контролю самшитої вогнівки. Найрезультативнішими виявилися препарати на основі *Bacillus thuringiensis* – до

95 % ефективності при дворазовій обробці. Ентомопатогенні гриби (*Metarhizium*, *Beauveria*) та азадірахтин забезпечують стабільний контроль у системах довготривалого біозахисту. Інтеграція біопрепаратів, ентомофагів та агротехнічних заходів формує екологічно безпечну систему, придатну для застосування у міських насадженнях, розсадниках та ботанічних садах.

### Література

1. EPPO. (2023). *Cydalima perspectalis* (box tree moth): distribution, biology and control. European and Mediterranean Plant Protection Organization.
2. Nacambo S., et al. (2020). Biology and spread of the invasive box tree moth *Cydalima perspectalis* in Europe. *Journal of Applied Entomology*, 144 (5), 351–364.
3. Milenkovic S., et al. (2021). Insecticide resistance in *Cydalima perspectalis* populations. *Pest Management Science*, 77 (12), 5643–5652.
4. FAO. (2022). Biological control in ornamental plant protection. Rome.
5. Івашко П. М. (2023). Біологія розвитку самшитої вогнівки в умовах Північного Причорномор'я. *Агроекологічний журнал*, 4, 63–70.
6. Köhler F., Schmidt C. (2020). Efficacy of *Bacillus thuringiensis* products against *Cydalima perspectalis*. *Crop Protection*, 138, 105–113.
7. Szczepaniec A. (2021). Environmental safety of Bt-based biopesticides in ornamental plants. *Biocontrol Science and Technology*, 31 (8), 847–859.
8. Іваненко Л. В. (2023). Використання препарату Метаризин проти самшитої вогнівки. *Захист і карантин рослин*, 29 (3), 40–45.
9. Zimmermann G. (2022). *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* as biological control agents of lepidopteran pests. *Biological Control*, 168, 104–135.
10. Бондар Ю. І. (2022). Вплив метеорологічних умов на ефективність біопрепаратів проти самшитої вогнівки. *Наукові горизонти*, 27 (1), 72–79.
11. Roush R. T., et al. (2023). Potential of viral insecticides against invasive Lepidoptera. *Journal of Invertebrate Pathology*, 195, 107–119.
12. Pratt P. D., et al. (2021). Azadirachtin-based biopesticides for the control of ornamental pests. *Horticultural Entomology*, 114 (2), 389–397.
13. Kenis M., et al. (2020). Natural enemies of the box tree moth in Europe. *Biocontrol*, 65 (4), 467–479.
14. De Clercq P., Van Lenteren J. C. (2022). Synergistic effects of *Trichogramma* release and Bt application. *IOBC Bulletin*, 158, 33–41.
15. Міхальська О. В. (2024). Інтегрована система біологічного захисту самшиту від самшитої вогнівки. *Садівництво і декоративне рослинництво*, 2 (6), 55–62.

**Ярошук О. В., Прищеп А. М.**

*Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

## **ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В СТРАТЕГІЇ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ВОДОПІДГОТОВКИ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС (ВАПНЯНОГО ШЛАМУ)**

Прийняття Закону України «Про управління відходами» стало викликом для галузі енергетики, де за тривалий період експлуатації утворилася значна кількість відходів водопідготовки.

Спираючись на нові реалії, актуально розглянути можливі стратегії поводження з відходами великих підприємств, які експлуатуються не одне десятиріччя, в рамках чинного Закону України «Про управління відходами».

На прикладі розглянемо енергетичне підприємство «Рівненська АЕС», яке експлуатується понад сорок років.

Одним з видів відходів, який утворюється під час виробництва електроенергії, є вапняний шлам, що утворюється в процесі хімічної водопідготовки води річки Стир на Рівненській АЕС.

Сутність водопідготовки у тому, що у воду р. Стир додаються хімічні реагенти (вапно, флокулянт, коагулянт) та дотримується технологічно визначений водно-хімічний режим, внаслідок якого відбувається освітлення води р. Стир, яке забезпечує очищення та пом'якшення води для потреб АЕС.

В результаті осадження домішок у річковій воді утворюється кристалічний осад, який методом відстоювання видаляється з води у вигляді згущеного шару важкорозчинного карбонату кальцію – вапняного шламу. За кількісним складом мікроелементів шлам не відрізняється від природних вапняків. Шлам, який утворюється у процесі освітлення води, зберігається в секціях шламонакопичувача [1].

За час тривалої експлуатації підприємства і значних обсягів водопідготовки на шламонакопичувачі станом на 2025 рік накопичено понад 200 тис. тонн відходів.

З метою підготовки відходів до повторного використання у 2011 році підприємством ініційовано розробку Рівненським інститутом агропромислового виробництва НААН України технічних умов на використання вапняного шламу ВП «Рівненська АЕС» в якості меліоранту кислих ґрунтів ТУУ 26.5-00729600-001:2011.

Також, у 2014 році за ініціативи підприємства проведений проектно-конструкторським інститутом техніко-економічний аналіз

технологій утилізації вапняного шламу, у висновку якого зазначено, що ці відходи можуть бути використані, як вихідна сировина для виробництва інших видів продукції, як наповнювач у будівельних сумішах, або в якості меліоранта кислих ґрунтів та рекультивації земель.

В грудні 2021 року на Рівненській АЕС введено в експлуатацію лінію зневоднення шламу [2], що дозволило оптимізувати та покращити процес поводження із вапняним шламом, утворення якого сягає близько 20 тисяч тонн у рік [3]. Зневоднений шлам, отриманий на лінії зневоднення шламу шляхом пресування на фільтр-пресах відповідає вимогам технічних умов меліоранту кислих ґрунтів ТУУ 26.5-00729600-001:2011 [2].

Що маємо у підсумку – на підприємстві Рівненська АЕС, що експлуатується понад сорок років, в результаті виробничих процесів утворено понад 200 тис. т вапняного шламу, який зберігається в секціях шламонакопичувача та сучасну лінію зневоднення шламу, що щорічно утворює близько 20 тис. т придатного для повторного використання відходу.

Які ж виклики постали перед виробником? Як зазначено в ст. 4 Закону України «Про управління відходами», першим пріоритетом в системі управління відходами визначається запобігання утворенню відходів як таких. Наступними за пріоритетністю заходами з управління відходами, після запобігання утворенню, є підготовка відходів до повторного використання, рециклінгу, відновлення відходів та видалення відходів[4].

Спираючись на загальні вимоги до управління відходами, наведені у ст. 13 Закону України «Про управління відходами», власники відходів, які не є суб'єктами господарювання у сфері управління відходами, зобов'язані забезпечувати зберігання відходів у спосіб, що є безпечним для здоров'я людини та навколишнього природного середовища, та передавати відходи суб'єктам господарювання у сфері управління відходами протягом одного року з моменту їх утворення.

Варто окремо зазначити, Законом України «Про управління відходами» передбачено, що речовини або предмети, які утворюються не цілеспрямовано під час виробничої та іншої діяльності (виробничі залишки), можуть набути, або статусу відходів, або статусу побічних продуктів [5]. Дана категорія була взята з Директиви ЄС № 2008/98/ЄС. Якщо виробничі залишки не будуть визнані побічним продуктом, то вони вважатимуться відходами і щодо них потрібно вживати заходів з дотримання принципу ієрархії відходів.

Виробничі залишки розглядаються як побічні продукти, а не відходи, у разі одночасного дотримання умов, наведених у ч. 1 ст. 9 Закону

України «Про управління відходами» та у Критеріях встановлених постановою КМУ від 17.11.2023 р. № 1214. Відповідно до вимог встановлених Критеріями, рішення про віднесення виробничих залишків до побічних продуктів приймає виключно утворювач виробничих залишків [6].

В процесі пошуку стратегій поводження з відходами водопідготовки Рівненської АЕС постає дилема: залишити статус відходів для вапняного шламу і зіштовхнутися проблемою передачі відходів суб'єктам господарювання у сфері управління відходами протягом одного року з моменту їх утворення, чи враховуючи відповідність Критеріям встановлених постановою КМУ від 17.11.2023 р. № 1214 віднести вапняний шлам до побічних продуктів і отримати час у вигляді трьох років з дати подання звіту про віднесення виробничих залишків до побічних продуктів для реалізації його повному обсязі та ще один рік у випадку зберігання виробничого залишку більше зазначеного строку з переведенням його в статус відходів.

Слід зауважити, що Законом не розглянуті терміни утилізації відходів для підприємств з різними термінами експлуатації, що ускладнює пошуки шляхів дотримання визначеного таймінгу, зважаючи на значні обсяги відходів.

Тож вважаємо, що енергетикам слід найближчим часом визначити свою політику в частині поводження з відходами, що утворюються під час їх діяльності та можливо ініціювати на законодавчому рівні розподіл статусу відходів у великих об'ємах на виробництвах з урахуванням усіх кроків для підготовки відходів до повторного використання. Дана ініціатива, була б актуальною не лише в енергетичній галузі.

### Література

1. <https://www.rnpp.rv.ua/raes-aktivno-uchasvttvuet-v-proekte-regionalnogo-razvitiya>
2. <https://www.rnpp.rv.ua/konferencziyi-trudovogo-kolektivu-raes-ta-profspilkova-pidsumovano-2021-j-ta-obgovoreno-strategiyu-2022-go>
3. <https://www.rnpp.rv.ua/na-raes-zapraczyuvav-novij-suchasnij-ob%E2%80%99yekt>
4. Закон України «Про управління відходами», 2022. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text>
5. Постанова КМУ від 17.11.2023 р. № 1214. Порядок віднесення речовин або предметів до побічних продуктів, 2023. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1214-2023-%D0%BF#n11>
6. Постанова КМУ від 17.11.2023 р. № 1214. Критерії віднесення речовин або предметів до побічних продуктів, 2023. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1214-2023-%D0%BF#n60>

## ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

### Water bioresources and aquaculture

**Burhaz M. I.**

*Odesa I. I. Mechnikov National University  
Odesa, Ukraine*

#### INVESTMENT APPROACHES TO THE MODERNIZATION OF AQUACULTURE HYDROTECHNICAL INFRASTRUCTURE

The development of aquaculture in Ukraine is impossible without the modernization of hydrotechnical structures that ensure water regulation, supply, and treatment in pond, liman, and recirculating systems. Most hydraulic facilities were constructed more than 30–40 years ago and are now characterized by physical deterioration, inefficient water use, energy losses, and increased anthropogenic pressure. Consequently, the modernization of hydrotechnical infrastructure has become not only a technical necessity but also an economically beneficial direction for the development of the sector [4].

The goal of investment policy in this field is to ensure sustainable water use, reduce energy consumption, and increase the fish productivity of aquatic systems. Modernization involves the renovation of water intake, aeration, and fish protection systems, the introduction of biofiltration technologies, automated control of water regimes, and the use of renewable energy sources [1,3].

Effective financing of modernization projects requires a combination of state, private, and international resources. Government programs support strategic hydraulic complexes and environmental projects; private investors provide flexibility and rapid implementation of new technologies; while international grants (FAO, GEF, *Horizon Europe*) promote the adoption of “green” innovations [1–3].

Such an approach makes it possible to create a balanced financial model in which the state provides enabling conditions while the private sector implements innovative solutions [3].

The main directions of modernization include the reconstruction of water intake structures, the implementation of fish protection systems, and the installation of biofiltration units based on algae (*Chlorella vulgaris*, *Ulva lactuca*, *Cladophora glomerata*). Other priorities involve the introduction of

microbubble aeration, the hydro-insulation of canals, and the integration of energy supply systems powered by solar panels and microturbines [1, 4].

Table 1

### Characteristics of the main types of investments in aquaculture projects

| Type of investment         | Source                               | Advantages                                             |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Public                     | Budget programs, environmental funds | Systematic control, public accountability              |
| Private                    | Enterprises, bank loans, investors   | Flexibility, rapid return on investment                |
| Public–private partnership | Joint financing                      | Risk distribution, long-term contracts                 |
| International grants       | EU, FAO, GEF, EBRD                   | Non-repayable support for innovation                   |
| Green investments          | Environmental funds, ESG companies   | Focus on energy efficiency and sustainable development |

*By sources of funding, advantages, and strategic features*

Table 2

### Technological directions of modernization of aquaculture hydraulic systems

| Direction              | Technological solution         | Effect                                                |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Water intake systems   | Grids, fish protection devices | Reduction of juvenile fish losses by up to 90 %       |
| Biofiltration          | Algae-based biofilters         | Reduction of nitrogen and phosphorus by 50–60 %       |
| Aeration               | Microbubble aeration system    | Increase in dissolved oxygen concentration by 30–40 % |
| Canal hydro-insulation | Geomembranes, polymers         | Reduction of filtration water losses by 25 %          |
| Energy supply          | Solar panels, microturbines    | Energy savings of up to 35 %                          |

Comprehensive modernization makes it possible to reduce energy consumption, improve water quality, and create stable conditions for fish cultivation [4].

According to calculations, the renewal of pumping and aeration equipment has a payback period of three to four years. Investments in biofiltration systems provide an even shorter payback period (2.5–3 years) due to reduced water treatment costs and increased fish productivity [3].

Table 3

**Economic efficiency of modernization options for production systems**

| <b>Modernization option</b>       | <b>Investment, thousand UAH</b> | <b>Increase in productivity, %</b> | <b>Payback period, years</b> |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Pumps and aerators                | 850                             | 10                                 | 3.5                          |
| Biofiltration system              | 600                             | 20                                 | 2.8                          |
| Automation of water level control | 450                             | 8                                  | 2.2                          |

In addition to economic benefits, modernization contributes to improving the quality of the aquatic environment, reducing eutrophication, stabilizing oxygen levels, and preserving biodiversity. The use of environmentally oriented technologies is consistent with the objectives of the European Green Deal and the Blue Transformation concept [1, 2].

Therefore, investment-driven modernization of aquaculture hydrotechnical infrastructure is a key direction for enhancing the efficiency and ecological safety of water use. The combination of technical solutions, “green” financing, and life-cycle management of hydraulic facilities ensures the sustainable operation of fish-farming systems.

The development of state incentives, grant mechanisms, and public-private partnerships creates favorable conditions for the transition of the aquaculture sector to an innovative path. The implementation of these approaches will not only increase the productivity of aquatic ecosystems but also promote the formation of a competitive and environmentally oriented aquaculture industry in Ukraine.

**References**

1. FAO. *Blue Transformation: Roadmap 2022–2030*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023. 52 p.
2. European Commission. The European Green Deal. Striving to be the first climate-neutral continent. [Electronic resource]. URL: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
3. OECD. *Financing Water Supply, Sanitation and Flood Protection: Challenges in EU Eastern Partnership Countries*. Paris : OECD Publishing, 2021. 168 p. [Electronic resource]. URL: [https://www.oecd.org/en/publications/financing-water-supply-sanitation-and-flood-protection\\_6893cdac-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/financing-water-supply-sanitation-and-flood-protection_6893cdac-en.html)
4. Shekk P. V., Burhaz M. I., Serbov M. H., Tuchkovenko O. A., Matviienko T. I., Soborova O. M., Bezyk K. I., Lichna A. I. *Prospects for the fishery use of the limans of the northwestern Black Sea region* : monograph. Odesa : ODEKU, 2021. 218 p.

*Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В., Бєдункова О. О.*

*Національний університет водного господарства та природокористування  
м. Рівне, Україна*

## **AFISHE: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД У МОДЕРНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ ТА АКВАКУЛЬТУРИ**

У сучасних умовах трансформації вищої освіти України життєво необхідне посилення міжнародної академічної мобільності та участь у спільних дослідницьких та освітніх ініціативах. Впродовж 2022–2025 рр. в Національному університеті водного господарства та природокористування (НУВГП) реалізується міжнародний грантовий проєкт Erasmus+ AFISHE «Розвиток освіти в галузі аквакультури та рибальства для Зеленого курсу у Вірменії та Україні: від освіти до екології». Цей проєкт об'єднав зусилля провідних закладів вищої освіти та наукових установ з різних країн, зокрема: Вірменського національного аграрного університету (Вірменія), Університету Дубровника (Республіка Хорватія), Університету Порту (Португальська Республіка), Словацького сільськогосподарського університету в м. Нітра (Словацька Республіка), а також Міжнародного науково-освітнього центру та Наукового центру зоології та гідроекології Національної академії наук Республіки Вірменія (Вірменія). Від України, окрім НУВГП, у проєкті бере участь Сумський національний аграрний університет (СНАУ).

Головна мета проєкту AFISHE «полягає у зменшенні негативного впливу аквакультури та рибного господарства на довкілля у Вірменії та Україні шляхом розробки та розвитку магістерських програм з аквакультури та рибного господарства, що відповідають високоякісним аналогічним програмам у Європі та відповідають національним та регіональним потребам, а також зміцнення співпраці між університетами, підприємствами та дослідженнями (концепція «від освіти до екології»)[1]. Серед завдань проєкту створення мережі між університетами-партнерами у сфері аквакультури та рибальства для реалізації спільної освітньої та дослідницької діяльності з метою просування найкращих екологічних підходів та заходів у цих сферах відповідно до цілей Сталого розвитку ООН та Зеленого курсу ЄС.

Спеціальність «Водні біоресурси та аквакультура» в НУВГП відкрита у 2001 році, а перший випуск фахівців відбувся у 2005 році. Університет має чинну акредитацію за освітнім рівнем «магістр» до червня 2027 року. Випускники спеціальності працюють у рибницьких

господарствах регіону, екологічній інспекції, рибному патрулі, а також займаються науковими дослідженнями у сфері водних біоресурсів та екології водних систем. В останні роки в університеті дуже зменшився набір абітурієнтів на навчання за цією спеціальністю, її освітні програми потребують модернізації та оновлення відповідно до сучасних вимог і потреб.

Одним із важливих напрямів виконання проєкту стало підвищення педагогічної та наукової кваліфікації викладачів шляхом організації навчальних тренінгів на базі університетів-партнерів з Європейського Союзу. Навчання тривало два тижні (лютий – березень 2024 року), тринадцять викладачів НУВГП з різних кафедр отримали цінний досвід і зараз впроваджують його у навчальний процес.

Крім того, було організовано два види тренінгів в НУВГП:

із студентоцентрованих, інтерактивних та практико-орієнтованих методів і засобів навчання, у якому взяли участь 26 викладачів університету;

із підготовки кваліфікованого персоналу до роботи в лабораторії, створеній у межах реалізації проєкту.

Ці тренінги сприяють впровадженню сучасних педагогічних технологій, посилюють студенто- і практико-орієнтовану складову освітнього процесу, створюють передумови для поглиблення лабораторних та експериментальних робіт, а також розширюють можливості виробничих практик і наукових стажувань на місцевих підприємствах аквакультури, які були залучені до окремих модулів програми. Підготовка кваліфікованого персоналу, не лише викладачів, але й непедагогічних працівників, підвищуватиме рівень залучення студентів до прикладних наукових досліджень, зокрема у новоствореній лабораторії інтегрованої мультипрофільної аквакультури.

З метою забезпечення якісного оновлення навчально-методичного забезпечення підготовки магістрів була передбачена активна взаємодія зі стейкхолдерами регіону та узгодження освітніх результатів із потребами ринку праці. У березні 2023 року була організована зустріч із представниками Управління Державного агентства меліорації та рибного господарства у Волинській та Рівненській областях, керівниками рибницьких підприємств Рівненщини, а також провідними науковцями галузі, під час якої обговорено потреби ринку праці, визначено ключові професійні компетентності сучасного фахівця з аквакультури та рибальства та узгоджено напрями співпраці у сфері практичної підготовки студентів.

З метою забезпечення якісної реалізації оновленої освітньої програми [2] було розроблено шаблони навчально-методичних матеріалів (силабуси, описи модулів, конспекти лекцій, практичні матеріали, тестові завдання). До роботи долучилися викладачі, які пройшли стажування в університетах ЄС. Вони підготували навчально-методичні комплекси для 15 дисциплін, серед яких 6 нових та 9 оновлених, що відображають сучасні тенденції розвитку галузі, зокрема: «Якість води та здоров'я риб», «Інтегрована мультитрофічна аквакультура», «Декоративна аквакультура», «Профілактика та лікування хвороб риб», «Методологія наукових досліджень» та інші. Кожен навчальний комплекс включає 7 структурних елементів, що забезпечують повноту та системність методичної підтримки: силабуси (укр./англ.), опис дисципліни, конспект лекцій, методичні вказівки до практичних занять, а також тестові завдання для модульного контролю.

Створена в рамках проєкту лабораторія функціонує як практична база для студентів бакалаврату та магістратури за спеціальністю **«Водні біоресурси та аквакультура»**. Окремі заняття тут проводять і для студентів спеціальностей «Екологія» та «Біотехнологія», де вони опановують принципи роботи з рециркуляційними аквакультурними системами (РАС) та базові біотехнологічні операції. Такі заняття підсилюють практико-орієнтовану складову, узгоджену з результатами навчання відповідно до потреб регіонального ринку праці.

У перспективі діяльність лабораторії стане потужним чинником розвитку сучасних технологій аквакультури, оскільки, окрім освітнього процесу, вона передбачає проведення тренінгів із вирощування об'єктів аквакультури в РАС для всіх зацікавлених фахівців і практиків галузі.

Важливим завданням проєкту було створення стійкої мережі співпраці між партнерами. Вже укладено договори про взаємний доступ до дослідницької інфраструктури між НУВГП і СНАУ. Також підписано договори між нашим університетом та Університетом Дубровника і Університетом Порту, що відкриває перспективу впровадження подвійних дипломів.

Таким чином, реалізація міжнародного грантового проєкту Erasmus+ AFISHE в НУВГП сприяла підвищенню кваліфікації викладацького складу університету, забезпечила оновлення освітньо-професійної програми з підготовки магістрів спеціальності «Водні біоресурси та аквакультура» та удосконалення змісту навчальних дисциплін, модернізацію матеріально-технічної бази університету та зміцненню зв'язку освіти з науково-дослідною діяльністю і професійною практикою. Отримані

результати свідчать, що інтеграція міжнародного академічного досвіду та взаємодія із стейкхолдерами сприяли посиленню практико-орієнтованого складника підготовки фахівців, розширенню можливостей для наукової та виробничої практики студентів, підвищенню їх конкурентоспроможності на ринку праці.

### Література

1. AFISHE project: development of aquaculture and fisheries education for Green Deal in Armenia and Ukraine: from education to ecology". URL: <https://www.afishe.eu/> (дата звернення: 25.10.2025).
2. Сондак В. В., Гроховська Ю. Р., Полтавченко Т. В. *Освітньо-професійна програма «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів» другого рівня вищої освіти спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство», кваліфікація «Магістр з водних біоресурсів та аквакультури». 2023. Цифровий репозиторій Національного університету водного господарства та природокористування. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/28749/> (дата звернення: 25.10.2025).*

**Катинська І. В.**

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова  
м. Одеса, Україна

## АНАЛІЗ ДІАТОМОВИХ БІОІНДИКАТОРІВ (*OCHROPHYTA*) У ТРАНСКОРДОННИХ ВОДАХ УКРАЇНИ ТА ПОЛЬЩІ (2015–2025)

Оцінка стану водних екосистем є важливою умовою сталого розвитку та екологічного використання водних біоресурсів. Діатомові водорості (*Ochrophyta*) посідають провідне місце серед біоіндикаторів, оскільки чутливо реагують на зміни трофного рівня, прозорості, рН, концентрацій біогенних елементів та БСК. Їхнє застосування відповідає міжнародним стандартам, зокрема вимогам Водної рамкової директиви ЄС [1].

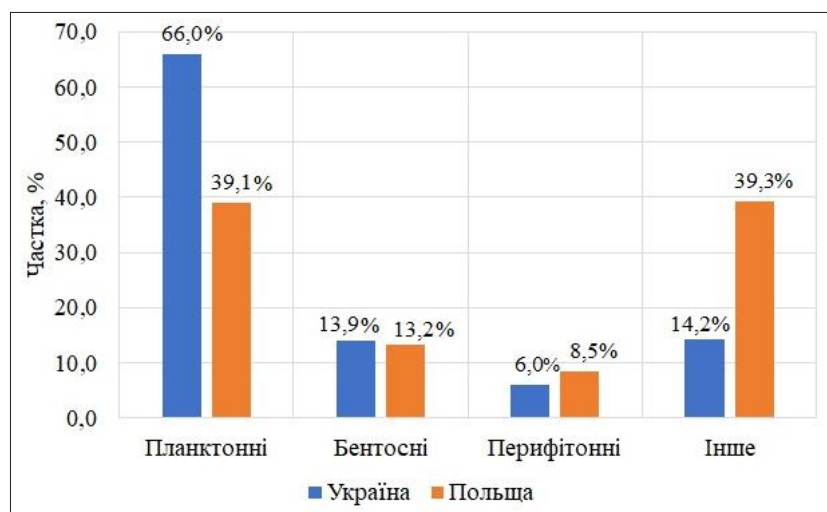
У європейських та національних системах моніторингу використовуються діатомові індекси, зокрема TDI (Trophic Diatom Index), що забезпечує кількісну оцінку трофності та уніфікацію екологічного контролю [2]. Завдяки високій чутливості до антропогенних впливів діатомеї залишаються одними з найбільш інформативних індикаторів якості води.

Відкриті дані про *Ochrophyta*, доступні у глобальних ресурсах на кшталт GBIF [3], забезпечують можливість прозорого транскордонного

аналізу. Дослідження просторово-часових змін діатомових угруповань у Східній Європі потребує узгоджених методичних підходів і відповідає сучасним екологічним трендам та концепції FAO Blue Transformation [4].

Для аналізу обрано Україну та Польщу як сусідні країни зі спільними транскордонними басейнами Західного Бугу та Дністра [5]. Вивчення реєстрацій діатомових таксонів за 2015–2025 рр. [3] дало змогу оцінити видовий склад і функціональну структуру угруповань у контексті екологічного стану водних систем.

Узагальнений розподіл екологічних груп (рис. 1), ілюструє відповідні відмінності та підтверджує особливості структури діатомових спільнот у транскордонному контексті.

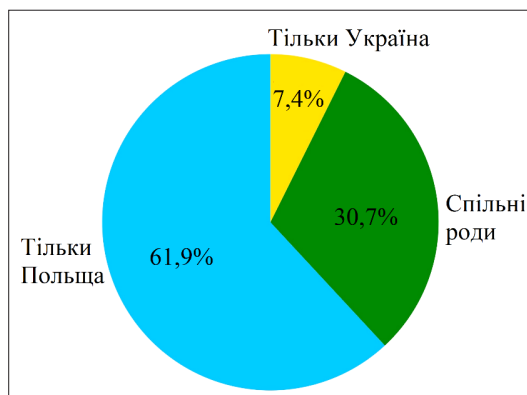


**Рис. 1. Розподіл екологічних груп діатомей: Україна–Польща (GBIF, 2015–2025)**

Для України характерна більша частка бентосних і перифітонних форм, представлених родами *Navicula*, *Synedra*, *Cocconeis* та іншими типовими для річкових і прибережних біотопів. Це відображає домінування річкових екосистем, де течія та тверді субстрати створюють сприятливі умови для прикріплених діатомей. У Польщі натомість переважають планктонні таксони, зокрема *Cyclotella*, *Stephanodiscus*, *Skeletonema*, *Thalassiosira*, що відповідає значній частці озер, активному моніторингу стоячих водойм та впровадженню європейських підходів

до оцінки трофічного стану відповідно до Водної рамкової директиви ЄС. Отже, Україна демонструє річково-перифітонний профіль, тоді як Польща – озерно-планктонний, що зумовлено як природними умовами, так і специфікою моніторингових програм.

Для уточнення структури діатомових угруповань проведено порівняння таксонів на рівні родів та визначено їхні спільні й унікальні групи для України та Польщі. Узагальнені результати подано на рис. 2.



**Рис. 2. Спільні та унікальні роди Ochrophyta, зареєстровані в Україні та Польщі (GBIF, 2015–2025)**

Порівняння родового складу діатомей України та Польщі засвідчує значну кількість спільних таксонів, що підтверджує екологічну спорідненість водних систем і подібність абіотичних умов у транскордонних басейнах. Водночас у Польщі фіксується більша частка унікальних родів, що пов'язано з ширшим спектром досліджених водойм і тривалою традицією систематичного біомоніторингу, зокрема озерного. Українська вибірка має компактніший профіль і домінування таксонів, характерних для річкових та перифітонних біотопів, що відображає переважання течієвих систем у доступних даних. Висока частка спільних родів (71) формує стабільне флористичне ядро, тоді як різниця в унікальних таксонах здебільшого відображає масштаби моніторингу, а не принципово іншу структуру діатомових угруповань.

Поєднання спільних і відмінних рис діатомових угруповань відображає як вплив природних умов, так і нерівномірність доступних спостережень. Дані підтверджують ефективність діатомових індикаторів

для оцінки стану транскордонних водойм. Спільне таксономічне ядро вказує на біогеографічну подібність басейнів України та Польщі, тоді як структурні відмінності відображають специфіку водних систем і різний рівень дослідженості. Використання діатомових показників разом з відкритими даними створює практичний інструмент для вдосконалення екологічного аналізу та підтримки науково обґрунтованих рішень у сфері водної політики й сталого природокористування. Отримані результати підкреслюють цінність поєднання біоіндикації та доступних екологічних даних у дослідженні транскордонних басейнів та узгоджуються з сучасними європейськими підходами до оцінки водних екосистем.

### Література

1. European Commission. Water Framework Directive (2000/60/EC). *Official Journal of the EU*. 2000. URL: [https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive\\_en?prefLang=uk](https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en?prefLang=uk)
2. Kelly M. G., Juggins S., Mann D. G., et al. Development of a novel metric for evaluating diatom assemblages in rivers using DNA metabarcoding. *Ecological Indicators*. 2020. Vol. 118. Article 106725. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106725>
3. GBIF.org. GBIF Occurrence Download (15 October 2025). URL: <https://www.gbif.org>
4. Blue Transformation: Roadmap 2022–2030. A vision for FAO's work on aquatic food systems. Rome: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2022. 40 p.
5. Gopchak I., Kalko A., Basiuk T., et al. Assessment of surface water pollution in Western Bug River within the cross-border section of Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2020. № 46 (VII-IX). P. 97–104. DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2020.134201>

*Lichna A. I.**Odesa I. I. Mechnikov National University  
Odesa, Ukraine*

## **THE ROLE OF INVERTEBRATES IN BIOINDICATION OF AQUATIC ECOSYSTEMS AND SUSTAINABLE FISHERIES**

In the context of rapid environmental change and increasing anthropogenic pressure on natural resources, the issues of protecting aquatic ecosystems and ensuring the sustainable use of their resources are becoming ever more relevant. One of the key components of this process is bioindication – a method of assessing the state of the environment using living organisms. Invertebrates, due to their high sensitivity to environmental changes, play a crucial role in determining the health of aquatic ecosystems.

Aquatic invertebrates are of particular importance within the fisheries sector. They not only serve as bioindicators but also constitute a vital component of aquatic ecosystems, supporting the development and maintenance of fish populations. The influence of invertebrates on the structure and functioning of ecosystems can be traced through their responses to changes in water quality, temperature, oxygen levels, and other environmental factors.

Within the framework of sustainable fisheries, it is essential not only to utilize fish resources efficiently but also to ensure the balanced functioning of ecosystems, where invertebrates act as natural regulators and bioindicators. Disturbances in their populations may indicate ecosystem degradation and can have long-term consequences for fishery productivity.

In this context, studying the role of invertebrates as bioindicators in aquatic ecosystems is an important aspect of promoting sustainable fishery development, conserving biodiversity, and improving the management of natural resources.

Invertebrates, particularly arthropods (such as water fleas, mosquito larvae, crayfish, and others), are highly sensitive to changes in aquatic environments. Their presence, diversity, and abundance allow for the assessment of water quality since they quickly respond to pollution, oxygen fluctuations, and other stressors. For example, certain aquatic invertebrates serve as indicators of contamination by heavy metals or organic compounds (Table 1).

Invertebrates occupy a significant position in aquatic food chains, serving as food for fish and other aquatic organisms. This ensures efficient energy

and nutrient transfer within ecosystems, forming the foundation for stable fish populations. As primary detritivores, invertebrates also help maintain ecological balance by decomposing organic matter that enters aquatic environments (Table 2).

Table 1

**The role of invertebrates as indicators of water quality:  
main species and influencing factors**

| Invertebrate species                         | Indicator of water condition         | Water parameters responded to       |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Daphnia magna</i><br>(water flea)         | Indicator of organic pollution       | Oxygen, organic matter              |
| <i>Astacus astacus</i><br>(crayfish)         | Indicator of heavy metal pollution   | Nitrates, heavy metals, temperature |
| <i>Culicidae</i> larvae<br>(mosquito larvae) | Indicator of general water pollution | Organic pollutants                  |
| <i>Physa fontinalis</i><br>(pond snail)      | Indicator of oxygen stress           | Oxygen, organic pollution           |

Table 2

**Relationship between water quality and invertebrate abundance  
in aquatic ecosystems**

| Water quality                                 | Invertebrate abundance (ind./m <sup>2</sup> ) | Species diversity (number of species) |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| Clean<br>(bioindicator class 1)               | 100–150                                       | High (more than 20 species)           |
| Moderately polluted<br>(bioindicator class 2) | 50–80                                         | Medium (15–20 species)                |
| Polluted<br>(bioindicator class 3)            | 10–30                                         | Low (fewer than 10 species)           |
| Heavily polluted<br>(bioindicator class 4)    | 0–10                                          | Absence of some species               |

Changes in aquatic ecosystems associated with anthropogenic factors—such as water pollution, temperature shifts, or habitat loss—can lead to significant alterations in invertebrate populations. For instance, elevated water temperatures may reduce the abundance of thermosensitive species, while contamination with heavy metals decreases overall species diversity.

In the context of sustainable fisheries, it is essential to consider the ecological balance of aquatic ecosystems, particularly the role of

invertebrates in maintaining healthy conditions for fish. They can be used as bioindicators for monitoring ecosystem health, as well as natural components in aquaculture systems, where their presence reflects the stability and natural functioning of the environment.

In the broader framework of sustainable water resource management, invertebrates play a critical role in maintaining ecological balance. They are not only key components of food webs but also effective bioindicators of aquatic ecosystem health. The sensitivity of invertebrates to water quality fluctuations allows their use in pollution monitoring and ecological assessment—necessary for sustaining stable conditions for fisheries development.

Understanding their ecological role enables the formation of more efficient approaches to sustainable water management, especially in fisheries, where invertebrates can be used to support natural conditions for fish rearing. However, anthropogenic factors—such as pollution, temperature changes, and oxygen fluctuations—must be considered, as they directly affect invertebrate populations and, consequently, overall ecosystem health.

Preserving the biodiversity of aquatic invertebrates and their habitats is a vital element of ecological stability. Therefore, achieving sustainable fishery development requires integrating ecological knowledge, bioindication methods, and modern approaches to water resource management.

### References

1. Ligeza, S., & Szklarek, K. (2021). Use of benthic macroinvertebrates as bioindicators of ecological quality of rivers in Poland. *Ecological Indicators*, 124, 107389. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107389>
2. Vaughn, C. C., & Taylor, C. M. (2021). Macroinvertebrates as bioindicators of ecosystem health in freshwater systems. *Bioscience*, 71 (4), 284–295. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa151>
3. Tynko, I. I. (2023). Assessment of water ecological quality based on plant bioindication. *Vinnytsia National Agrarian University*, pp. 14–21. <https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/34181.pdf>

*Matviienko T. I.**Odesa I. I. Mechnikov National University  
Odesa, Ukraine*

## **RELEVANT ASPECTS OF STUDYING THE BIOLOGY AND PRODUCTIVITY OF FRESHWATER FISH**

Modern fish farming is one of the key branches of aquaculture, providing the population with high-quality protein products of animal origin. Effective freshwater fish farming is impossible without a deep understanding of fish biology, the patterns of their growth, development, feeding, and reproduction. The relevance of studying these aspects is determined by the need to increase the productivity of water bodies, optimize rearing technologies, and preserve the biodiversity of aquatic ecosystems [4].

The biology of freshwater fish encompasses a wide range of issues—from morphology and physiology to behavior and adaptations to different habitats. Particular importance is given to the study of growth processes, metabolism, reproduction, and responses to environmental factors [4]. Growth rate and feed conversion efficiency depend on the fish species, water temperature, oxygen concentration, chemical composition of the environment, and feeding level.

The study of biological characteristics allows the formation of species-specific maintenance regimes, determination of optimal feeding parameters, and development of methods to stimulate growth. Growth and development rates are closely related to water quality. Temperature, dissolved oxygen, concentrations of ammonia, nitrites and nitrates, and pH are key parameters determining the physiological state of fish [1]. In particular, oxygen deficiency leads to hypoxia, reduced appetite, and slower metabolism, whereas optimal conditions promote intensive growth and lower mortality rates.

Feed composition also plays a significant role. The balance of proteins, fats, carbohydrates, vitamins, and trace elements affects growth rate, immune system development, and disease resistance. Modern research focuses on replacing traditional feed proteins (fishmeal) with alternative sources – insects, macro- and microalgae, bacterial proteins, etc. [3]. This not only reduces production costs but also makes aquaculture more environmentally sustainable [1].

Selective breeding is one of the main directions for increasing fish productivity. It is based on the study of hereditary variability, selection of productive forms, and creation of high-yield lines [2]. Modern aquaculture increasingly applies methods of hybridization, polyploidy, and genetic marking to control breed purity and assess heterozygosity [3]. This is

especially important for preserving natural populations in water bodies affected by anthropogenic pressure [2].

Modern biotechnologies open new possibilities for studying fish biology and productivity. These include the use of probiotics, immunostimulants, enzymes, and bioactive additives that improve digestion, strengthen the immune system, and increase resistance to pathogens [2]. Technologies for controlled reproduction, artificial fertilization, and egg incubation are also actively being developed, ensuring stable offspring production under controlled conditions [4].

Bioengineering methods enable manipulations with gametes, cryopreservation of sperm and eggs, and detailed study of fish embryonic development.

An important aspect of current research is the conservation of native species and the rational use of biological resources. Intensive fish farming can lead to reduced natural diversity; therefore, it is essential to combine productive cultivation with ecological principles [1; 2]. Modern reintroduction programs aim to restore populations of valuable species such as sterlet, tench, and pike, which have become rare in certain regions [3].

A comprehensive approach that integrates biological, ecological, breeding, and technological principles ensures the sustainable development of the industry [4]. Ukraine has significant potential in this area due to its numerous freshwater bodies, research facilities, and scientific institutions working on improving aquaculture technologies (Table 1).

In Ukraine, freshwater fish biodiversity conservation currently relies mainly on artificial breeding and reintroduction, while in the EU and worldwide, the ecosystem-based approach prevails – restoring natural habitats, managing river basins, and controlling anthropogenic impacts.

The most effective programs are those that combine biological knowledge, technological innovation, and ecological management at national and regional levels.

In summary, the study of freshwater fish biology and productivity is one of the priority areas of modern hydrobiology and aquaculture. A deep understanding of physiological, ecological, and genetic mechanisms of fish growth allows the development of effective rearing technologies, improvement of product quality, and promotion of sustainable water resource management. Future research should focus on integrating biotechnological, genetic, and ecological approaches to create more efficient fish resource management systems and ensure food security under conditions of global environmental change.

Table 1

**Methods for conserving freshwater fish biodiversity**

| <b>Method / Approach</b>                                                 | <b>Effectiveness assessment</b>                                                                   | <b>Examples</b>                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Artificial breeding and restocking                                       | Medium–high. Provides rapid recovery of numbers but not always genetic diversity.                 | Ukraine – large-scale restocking of sturgeon in the Danube, carp and silver carp in the Dnipro reservoirs. EU – salmon restoration programs in Poland and Germany. Global – hatchery-based Salmon Recovery Program (USA).            |
| Restoration of spawning habitats and hydrological conditions             | High. Promotes natural reproduction and preserves local populations.                              | Ukraine – WWF projects on Danube floodplain restoration. EU – LIFE Rivers program: riverbed cleaning, flow restoration. Global – River Restoration Program (USA, Japan).                                                             |
| Construction of fish passes / removal of migration barriers              | High. Restores natural fish migration and reduces population losses.                              | Ukraine – reconstruction of Danube locks, studies of fish passes on the Dnipro. EU – FishPass project (Netherlands, France). Global – Columbia River Basin Program (USA, Canada).                                                    |
| Genetic and breeding control in artificial reproduction                  | High when properly implemented. Ensures genetic diversity preservation.                           | Ukraine – creation of sturgeon genetic banks in Kherson. EU – use of DNA markers in salmon breeding (Sweden, Finland). Global – genetic monitoring of tuna and salmon populations (NOAA, Japan).                                     |
| Monitoring of populations and aquatic environment                        | High. Enables early detection of ecosystem degradation.                                           | Ukraine – State Water Ecosystem Monitoring System; ichthyofauna surveys under the “Clean Dnipro” Program. EU – Water Framework Directive (WFD). Global – Freshwater Biodiversity Observation Network (FWBON).                        |
| Reintroduction of native species                                         | High for rare or extinct species; requires long-term control.                                     | Ukraine – reintroduction of sterlet, tench, pike. EU – Eel Recovery Plan. Global – salmon restoration programs in North America and New Zealand.                                                                                     |
| Use of probiotics, immunostimulants, and biotechnologies in fish farming | Medium–high. Reduces mortality, increases resilience and productivity without harming ecosystems. | Ukraine – studies by NUBiP and the Institute of Fisheries on probiotics in carp culture. EU – “Green Aquaculture” programs in Denmark and the Netherlands. Global – biofloc-integrated aquaculture systems (India, Brazil, Vietnam). |
| Ecosystem-based approach to water management                             | Highest. Ensures long-term ecological balance and ecosystem recovery.                             | Ukraine – gradual implementation of Ramsar Convention principles. EU – “EU Biodiversity Strategy 2030.” Global – initiatives by IUCN, GEF, and Ramsar on integrated water resource management.                                       |

### References

1. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Concept for the Implementation of State Policy on the Conservation of Sturgeon Fishes (Acipenseridae) in Ukraine for 2021–2030 and the Action Plan. Kyiv, 2021.
2. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture (SOFIA) 2018. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2018. 224 p.
3. Kovalenko, V. O., & Shumova, V. M. Aquaculture of Natural Water Bodies: A Textbook. Kyiv, 2017. 342 p.
4. Vdovenko, N. M. State Regulation of Aquaculture Development in Ukraine: Monograph. Kyiv: Kondor Publishing House, 2013. 464 p.

*Пономарьов О. С., Гончарова О. В.*

*Херсонський державний аграрно-економічний університет  
м. Херсон, Україна*

*Хомякова В. В.*

*Управління Державного агентства з розвитку меліорації,  
рибного господарства та продовольчих програм у Херсонській області  
м. Херсон, Україна*

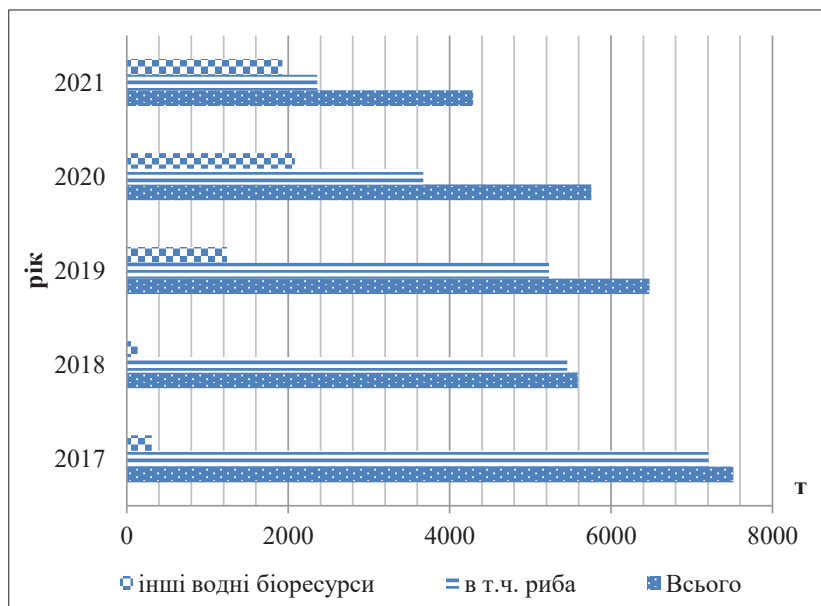
## ВЕКТОРИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Вступ.** Трансформації, які відбуваються останні роки з абіотичними та біотичними чинниками є демонстраційним прикладом, наскільки динамічний характер мають ці всі процеси. Рибне господарство є необхідною складовою забезпечення продовольчої безпеки країни, галуззю, яка задовольняє фізіологічні потреби українців в цінному продукті харчування [1]. На фоні постійного негативного впливу антропогенного характеру, кліматичних трансформацій, воєнних дій, відбувається формування резистентності всіх складових екосистеми, яка потерпає від російської агресії на Півдні України [2, 3]. Такі негативні наслідки мають глобальне значення: відбувається значне погіршення стану природної кормової бази, умов нагулу, відтворення водних біоресурсів, як наслідок, різке скорочення обсягів їх вилову.

Актуальним та відкритим питанням, що постає перед науковцями та практиками є забезпечення сталого розвитку рибного господарства Херсонської області. Векторами розвитку є збереження та збільшення запасів промислових видів риб; розробка та впровадження комплексних

заходів з підвищення продуктивності водойм; створення умов для ефективного управління рибальством та розвиток рекреаційного потенціалу водних об'єктів Півдня України.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Виходячи з інформаційної панелі результатів статистичної звітності видобутку водних біоресурсів, відмітимо стрімку тенденцію зменшення даного показника з кожним роком по Херсонській області (рис. 1). У зв'язку з російською агресією доступ до водойм та моніторингові заходи є обмеженими (рис. 1 демонструє данні з 2017 р. по 2021 р.). Впродовж багатолітньої експлуатації водойм поступово відбувається порушення збалансованості екосистеми, що зумовлює накопичення значної кількості мулу та створює передумови для розвитку вищої надводної рослинності.



**Рис. 1. Динаміка видобутку водних біоресурсів по Херсонській області**

В результаті, водойма поступово заростає, трансформується на заболочені ділянки з несприятливим гідрохімічним режимом, низькою рибопродуктивністю. Дніпровсько-Бузький лиман, пониззя Дніпра

розглядаються як пасовищні акваторії для нагулу цінних промислових видів риб, які акліматизовані та мешкають у водоймах регіону, а також входять до складу промислової групи. Заходи, які спрямовані на збереження та відтворення рідкісних та зникаючих видів іхтіофауни можуть бути ефективно реалізованими за умов централізованих зусиль за цим напрямом у відповідних рибогосподарських структурах на регіональному та державному рівнях.

На фоні існуючого негативного впливу абіотичних та біотичних чинників на водні екосистеми, кліматичні зміни, вторгнення російської федерації на територію України у лютому 2022 року здійснило кризовий вплив: вся територія Херсонської області зазнала тимчасової окупації. На сьогодні лівобережна Херсонщина знаходиться під тимчасовою окупацією. Деокупована територія області перебуває під постійними ворожими обстрілами, а території потребують обстеження та розмінування, що унеможливорює в повному обсязі оцінити стан та збитки нанесені окупантами.

З початку повномасштабного вторгнення російських військ на територію України, зокрема, на Херсонщину, Каховська ГЕС стала однією з перших стратегічних об'єктів державної інфраструктури, яка потрапила під контроль країни-агресора [4]. Влітку 2023 року була створена надзвичайна ситуація техногенного характеру, пов'язану із затопленням низки деокупованих та тимчасово окупованих населених пунктів Херсонської області. Все це призвело до масштабних втрат біорізноманіття тваринного та рослинного світу, водних біоресурсів тощо [5, 6]. В результаті підриву Каховської ГЕС рівень води в Каховському водосховищі критично знизився, значне зниження рівня води призвело до висихання мілководних проток та заток водосховища, які є місцем нересту та існуванням водних біоресурсів. Всі ці негативні факти призвели до втрати наявних та майбутніх запасів рибних ресурсів з відповідною дестабілізацією загалом екосистеми.

Висновки та практичні рекомендації. Насамперед, забезпечення розмінування берегових смуг та прилеглих до них територій, а також водойм Херсонської області надасть можливість здійснювати комплексні науково-дослідні роботи на об'єктах дослідження. Наразі, це не є можливим в більшості локацій з міркувань безпеки. Для оптимізації екологічного стану водойм необхідно проводити програми зариблення з науковим супроводом по природним водоймам півдня України в комплексі з рибницько-меліоративними роботами та інноваційними аспектами. Поновлення заходів щодо формування маточного стада плідників

цінних аборигенних та адвентивних видів риб за рахунок заготівлі плідників з їх природного ареалу мешкання або отримання маточного поголів'я від міжнародних організацій з метою підвищення гетерогенності стад.

### Література

1. FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2024 blue transformation in action, UN: The United Nations. United States of America. 2024 URL: <https://policycommons.net/artifacts/12522071/the-state-of-world-fisheries-and-aqua-culture-2024-blue-transformation-in-action/13421812/> on 05 Jul 2024. CID: 20.500.12592/2rbp5z6
2. Коржов С. І., Гончарова О. В. Формування режиму солоності вод Дніпровсько-Бузької гирлової області під впливом кліматичних змін у сучасний період. *Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions : collective monograph*. Riga : Izdevniecība "Baltija Publishing". 2020. P. 315–330.
3. Гончарова О. В., Мельниченко С. Г. Екологічний стан водних об'єктів півдня України за впливу російської агресії. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2024. № 1 (15). С. 95–104.
4. Коржов С. І. Екологічні аспекти реконструкції каховської ГЕС у повоєнний період. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. ХНТУ, 26–28 квітня 2023 р. Т. 1 / за ред. О. В. Чепелюк. Одеса : Олді+, 2023. С. 245–249.
5. На Херсонщині в Дніпровських плавнях рівень води впав майже на два метри. *Суспільне Херсон*. URL: <https://suspilne.media/kherson/365510-na-hersonsini-v-dniprovskih-plavnah-riven-vodi-vpav-majze-na-dva-metri-cim-ce-zagrozue/> (дата звернення 29.09.2025).
6. Хомякова В. В., Гончарова О. В. Вектори розвитку рибного господарства Херсонської області до 2030 року з огляду на сучасні реалії. *Сучасний стан водних екосистем Півдня України та методи їх відновлення у повоєнний період* : зб. наук. праць. Колектив авторів; за ред. док. філос., к.т.н. Є. І. Коржова. Херсон, С. 87–90. 2024.

*Serbov M., Burhaz M. I.**Odesa I. I. Mechnikov National University  
Odesa, Ukraine*

## **THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES OF UKRAINE: ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT AND ADAPTATION MANAGEMENT STRATEGIES**

Access to safe water, sanitation and hygiene is the most basic human need for health and well-being. Billions of people will lack access to these basic services in 2030 unless progress quadruples. Freshwater resources are becoming increasingly scarce worldwide because of rapidly increasing demand due to population growth and the need for increased food production, increased industrial production due to rising standards of living, intense anthropogenic pollution, the effects of climate change and military conflicts.

The global urban population facing water scarcity is projected to double from 930 million in 2016 to 1.7–2.4 billion people in 2050. In present time, 2.2 billion people still lacked safely managed drinking water services, 3.5 billion lacked safely managed sanitation services, and 2.0 billion lacked basic hygiene services in 2022. Surface water bodies, such as lakes, rivers, and reservoirs, are undergoing rapid global changes, and water pollution poses a significant challenge to human health and the environment in many countries [7].

Scientists predict that due to the scarcity and poor quality of fresh water, by 2050 at least one in four people is likely to live in a country with a shortage of fresh water. In this regard, ensuring the availability and sustainable management of water resources has been adopted as one of the Sustainable Development Goals by the United Nations until 2030 [5].

The 2030 Agenda for Sustainable Development, adopted by all United Nations Member States in 2015, provides a shared blueprint for peace and prosperity for people and the planet, now and into the future. At its heart are the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) [1].

Ukraine's water security is also threatened by climate risks, including droughts and floods, which cause significant economic losses. But the greatest risks to water security are clearly military actions. Russia's occupation of southeastern Ukraine and annexation of Crimea in 2014, as well as the start of a full-scale military invasion of Ukraine on 24 February 2022, have further deteriorated the state of Ukraine's water resources. Russian forces destroyed a third of Ukraine's freshwater reserves

from February 2022 to 2024, which in quantitative terms amounts to approximately 18–20 km<sup>3</sup> [2].

Drinking, industrial and irrigation water supplies were cut off in the south and east of the country. Overall, social, economic and environmental losses are estimated at tens of billions of US dollars, with the loss of Ukraine's economic potential and necessary investment in restoration reaching \$600 billion [2].

As noted by S. Snizhko et al [6], the destruction of the Kakhovka Reservoir deprived Ukraine of 10 % of its water resources, which were used to support the agricultural and industrial South of Ukraine, which led to the loss of access to quality drinking water for 6 million people in Ukraine and more than 13 million people have limited access to water for sanitary and hygienic needs.

During the Russian-Ukrainian war, 1947 km of water supply networks, 23 sewage treatment plants, 7 water treatment plants, 583 km of sewerage networks, 109 water pumping stations, 33 clean water tanks, 101 water towers were destroyed, 28 sewage treatment plants, 18 water treatment plants, 73 water pumping stations, 4 clean water tanks, 38 water towers were damaged [3].

Measures to restore the post-war water infrastructure of Ukraine are described by Kitowski, A. Sujak, & M. Drygaś [4], while a long-term continuation of the war, in our opinion, will have numerous negative consequences for sustainable development not only in Ukraine but also on a global scale, hindering the achievement of the goals of providing clean water and sanitation, conservation and sustainable use of water resources and energy, as well as food security.

This study analyzed Ukraine's progress toward achieving Sustainable Development Goal 6 (SDG6), comparing its indicators with those of Central and Eastern European countries and evaluating water and climate risks using the WWF Water Risk framework. The findings revealed significant shortcomings in Ukraine's performance. Key SDG6 indicators, such as access to centralized water drainage for rural and urban populations and safely managed drinking water services, lagged far behind regional peers. Comparative analyses with Poland, the Czech Republic, Slovakia, and Hungary highlighted Ukraine's consistent underperformance, particularly in wastewater treatment and water-use efficiency. Furthermore, Ukraine ranked 74th globally in Basin Physical Risk, with vulnerabilities in water availability, drought, flooding, and water quality.

Achieving the 2025 and 2030 SDG6 targets requires urgent implementation of best practices in water protection, robust policy reforms, and benchmarking procedures.

### References

1. Progress towards the Sustainable Development Goals (2024). Report of the Secretary-General. United Nations. *General Assembly Economic and Social Council*. 2 May 2024. p. 1–26. <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2024/SG-SDG-Progress-Report-2024-advanced-unedited-version.pdf>
2. Hapich, H. Novitskyi, R.; Onopriienko, D.; Dent, D.; Roubik, H. Water security consequences of the Russia – Ukraine War and the post – war outlook. *Water Security*, v. 21, 100167, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2024.100167>
3. Kyiv School of Economics. Report on damages to infrastructure from the destruction caused by Russia's military aggression against Ukraine as of Jan. 2024. [https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/05/Eng\\_01.01.24\\_Damages\\_Report.pdf](https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/05/Eng_01.01.24_Damages_Report.pdf)
4. Kitowski, I., Sujak A., & Drygaś M. The water dimensions of Russian – Ukrainian Conflict. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 2023 v. 23, n. 3, p. 335–345.
5. Serbov, M.; Irtyshcheva, I.; Pavlenko, O. Strategic directions of economic and environmental management of regional resources in the conditions of continuous development. In *Innovative development of national economies*. Kharkiv: PC Technology Center, 2022. p. 103–145. <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-64-0.ch4>
6. Snizhko, S.; Tripolska, G.; Shmurak, A.; Yushchenko, Y.; Ovcharuk, V. Technical needs assessment of the water sector to the climate change adaptation in Ukraine. *Hidrolohiia, hidrokhimia i hidroekologhiia*, v. 3, p. 98–99, 2019. [http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/6506/1/glghe\\_3\\_\(54\)2019\\_98.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/6506/1/glghe_3_(54)2019_98.pdf)
7. United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Statistics, 2024. <https://unstats.un.org/UNSDWebsite/undatacommons/>

**Sydorak R. V.**

*Odesa I. I. Mechnikov National University  
Odesa, Ukraine*

### AQUARIUM KEEPING AS A COMPONENT OF MODERN AQUACULTURE AND ENTREPRENEURIAL ACTIVITY

Aquarium keeping is not only the art of creating harmonious aquatic ecosystems but also a scientifically grounded activity aimed at maintaining and breeding aquatic organisms under artificially controlled conditions.

It originated as a form of amateur hobby but has gradually evolved into an applied field that integrates knowledge of biology, chemistry, animal husbandry, ecology, and aquascaping.

Today, aquarium keeping is no longer merely a pastime for enthusiasts but has become a promising direction of entrepreneurial activity. It combines aesthetic, biological, and economic aspects, covering a wide range of activities – from breeding ornamental organisms to developing innovative products and services.

The development of technology, urbanization, growing demand for natural interior solutions, and the popularization of biophilic design concepts have all contributed to the establishment of aquarium keeping as a distinct branch of small and medium-sized business [1].

At present, aquarium keeping represents a diversified commercial sector that includes:

- breeding of aquarium fish, shrimps, snails, and plants;
- production and sale of equipment and feeds;
- aquascaping, maintenance, and professional consulting services;
- educational and outreach activities, as well as online content creation.

One of the most profitable areas is the breeding of ornamental fish and invertebrates. The most common species include guppies, neon tetras, mollies, angelfish, barbs, ancistrus catfish, shrimps, and snails.

The cultivation of aquatic plants (*Anubias*, *Cryptocoryne*, *Echinodorus*, mosses) forms an additional market segment, as live vegetation enhances both the aesthetic appeal and biological stability of aquariums. The products are sold through pet stores, exhibitions, online platforms, and social media networks.

A significant share of the commercial sector is occupied by the production and sale of equipment – tanks, filters, air compressors, lighting, heating, CO<sub>2</sub> systems, test kits, fertilizers, and decorative elements.

“Smart” control systems, which provide automation and stability of water parameters, have become especially popular.

The growing demand for high-quality equipment fosters the development of Ukrainian manufacturers and reduces dependence on imports.

Another promising segment involves the production of feeds and biological preparations. This includes live and frozen feeds, probiotics, water conditioners, and bacteria for biofiltration.

Because aquarium organisms are highly sensitive to environmental quality, there is a constant demand for such products.

Aquascaping and maintenance services are also gaining popularity among corporate and private clients (HoReCa, offices, salons, healthcare facilities, residential interiors).

These services include equipment selection, composition design, biological cycle initiation, regular maintenance, water replacement, and biota renewal.

An example of commercial success is *Maksimov's Farm* (Kyiv), which operates on a “turnkey” service model.

Online commerce has become a major driver of market development.

Selling products through websites, marketplaces, and social media reduces rental and labor costs while expanding the customer base.

Educational content—video tutorials, blogs, workshops—serves as an effective supplement that not only generates income but also builds a community around the brand.

Innovative trends are also playing a key role in the industry's growth. These include automated water-parameter control systems, remote management via mobile applications, LED lighting with adjustable spectrum, 3D decorations, and next-generation biofiltration modules.

The implementation of “smart aquarium” technologies enhances both efficiency and business attractiveness [2].

To assess the state of the industry in Ukraine, a SWOT analysis was conducted (Table 1).

Table 1

### SWOT analysis of the aquarium-keeping market in Ukraine

| Strengths (S)                                                   | Weaknesses (W)                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Growing demand in urban and business environments               | Lack of government support for small enterprises                       |
| Availability of basic knowledge and experience in fish farming  | Dependence on imported equipment                                       |
| Possibility to start with minimal investment                    | Shortage of specialists in aquascaping and commercial aquarium keeping |
| Opportunities (O)                                               | Threats (T)                                                            |
| Entry into the HoReCa market                                    | Currency fluctuations and increased import costs                       |
| Development of educational programs, blogging, training courses | Competition with low-cost Asian producers                              |
| Export potential of Ukrainian ornamental species                | Martial law and logistical restrictions                                |

In general, aquarium keeping is a highly promising commercial sector that integrates biological, technical, and design knowledge.

It can serve as an independent business field or as part of a broader ecosystem of biotechnological and decorative services.

The further development of this industry in Ukraine depends on innovation, educational support, the establishment of small aquaculture enterprises, and promotion within the international online environment.

### References

1. Budnik, S. V., & Kolosok, A. M. (2024). *Fundamentals of Aquarium Keeping and Aquascaping: A Textbook*. Lutsk: FOP Mazhula Yu. M. 174 p.
2. *Aquascaping: A Small World in Your Aquarium*. [Electronic resource]. Available at: <https://profizoo.com.ua/blog/akvaskejpingmalenkij-svit-u-vashomu-akvariumi>

**Soborova O. M., Antoshkin K. M., Kudelina O. Y.**  
*I. I. Mechnikov Odesa National University*  
*Odesa, Ukraine*

## PROSPECTS FOR USING FERMENTED FISHMEAL IN AQUACULTURE

Modern aquaculture faces serious limitations in the availability of high-quality protein feeds due to declining commercial fish stocks and increasing the competition for fishmeal raw materials.

At the same time, the volume of fish waste generated during processing and cutting is increasing, and often remains unused. Under these conditions, the development of alternative feed components – such as fermented fishmeal obtained from secondary raw materials and subjected to fermentation – is becoming particularly urgent [2].

Fermented fishmeal (FFM) is a product obtained through controlled enzymatic or microbiological hydrolysis of fish raw materials, which increases the protein biological value, improves its digestibility, and reduces the content of insoluble fractions.

The technological process for producing FRM includes the following key stages: grinding raw materials, selecting enzyme preparations or microbiological cultures, adjusting the conditions (temperature, pH, processing time), separating the liquid and solid fractions, drying the final product. For example, the studies indicate that hydrolysis using enzymes at

a dosage of about 0.5 PU/g protein and for about 40 minutes ensures optimal recovery of low molecular weight peptides [1].

Fermentation results in an increase in the proportion of peptide fractions and free amino acids, which improves the protein digestibility for the fish with immature digestive systems. The biochemical profile of FRM is similar to that of fishmeal, but requires microbiological and technological control, as the product safety and stability remain key aspects.

From the point of view of the raw material base, fish processing waste (heads, viscera, fins, and bones) represents a significant reserve: about 43 % of the world fishmeal production comes from waste processing [1].

When using PRM in starter feeds for juvenile fish, it is important to consider that early stages of fish development are characterized by low protease activity, so pre-hydrolyzed protein may be physiologically more suitable. Several studies have demonstrated the positive effect of fish hydrolysates on the growth and survival of juveniles.

From a long-term perspective, introducing PRM allows: (1) to reduce the dependence on commercial fish stocks, (2) to increase the resource efficiency of the industry through the use of waste, (3) to improve the feed digestibility and potentially accelerate the growth of juveniles [1].

However, the implementation requires solving a number of problems: standardizing technological modes (enzyme/raw materials, time, temperature), ensuring product stability, validating the data across different fish species and growing conditions, and an economic assessment. It is especially important to conduct a research on the dosage of FRM, its impact on the fish digestive system, metabolism, and immunity.

Furthermore, it is crucial to assess the environmental and economic impact, including the cost of enzyme preparations, energy consumption, equipment, logistics, as well as the impact on the aquatic environment and the sustainability of feed chains.

Fermented fishmeal is a promising component of juvenile fish diets in aquaculture. It combines the technological innovation and resource-saving potential. Its widespread adoption requires a comprehensive research and adaptation program: technological optimization, biological testing on the key fish species, an economic implementation model, and an environmental assessment [3].

If successfully implemented, FRM could become an important element of sustainable aquaculture systems, especially as the resource base of traditional feeds is continuing to decline.

### References

1. The State of World Fisheries and Aquaculture. Contributing to food security and nutrition for all. Rome, Italy : FAO, 2024. 264 p.
2. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Кошулько В. С. Інноваційні технології переробки риби, рибних відходів, нерибних і морських продуктів : навчальний посібник. Дніпро : ДДАЕУ, 2024. 334 с.
3. Рибне господарство: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід / упоряд. Фесун Т. П. Київ : Науково-технічна бібліотека. Національний університет харчових технологій, 2021. 221 с.
4. Burhaz M. I., Soborova O. M. Feed policy in Ukrainian aquaculture: trends, challenges, and impact on competitiveness. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*. Lviv, 27 (102)/25. P. 349–354.

# ЗМІСТ

## ЕКОЛОГІЯ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК

**Арканов В. В.**

|                                                                                                   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРІВ<br>ПРИ ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ<br>ОЗИМОЇ..... | 9 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

**Алмашова В. С., Новицький В. В.**

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ФІТОСАНІТАРНИЙ МОНІТОРИНГ<br>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР НА ТЕРИТОРІЇ<br>ПІВДНЯ УКРАЇНИ..... | 12 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

**Багінська В. О.**

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС<br>ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПРИРОДНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ<br>СИСТЕМИ ПІВДНЯ УКРАЇНИ..... | 15 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

**Белоусов О. В., Бреус Д. С.**

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВПЛИВ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ<br>АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ НА ДОВКІЛЛЯ..... | 18 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|

**Білошкурченко О. С.**

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| ВПЛИВ БІОЛОГІЧНОЇ ІНВАЗІЇ<br>НА БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТЕРИТОРІЙ..... | 24 |
|----------------------------------------------------------------|----|

**Блаута М. С.**

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ<br>ПРОТИ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА..... | 26 |
|--------------------------------------------------------------------------|----|

**Бойко Т. О., Жавко В. С.**

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| РЕКРЕАЦІЙНА ФУНКЦІЯ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ<br>У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ..... | 29 |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|

**Бордюг Н. С.**

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СТРУКТУРНО-МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ<br>ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ<br>НЕСАНКЦІОНОВАНИХ ЗВАЛИЩ У МІСТІ ЖИТОМИР..... | 32 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

**Бреус Д. С., Бідуляк В. І.**

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| ВПЛИВ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ «НАДВІРННАФТОГАЗ»<br>НА ДОВКІЛЛЯ..... | 35 |
|-------------------------------------------------------------------|----|

**Гайбура О. В., Бойко П. М.**

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СТВОРЕННЯ ПРОЄКТУ ОЗЕЛЕНЕННЯ ПРИВАТНОЇ<br>ТЕРИТОРІЇ СЕЛИЩА ВЕЛИКООЛЕКСАНДРІВКА<br>ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... | 41 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

**Гальчук І. О., Бреус Д. С.**

АНАЛІЗ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИКИДІВ  
ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ  
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ..... 43

**Грицевич А. І.**

РОЛЬ ОРГАНІВ МІСЦЕВОГО САМОВРЯДУВАННЯ  
У РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ КЛІМАТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ  
УКРАЇНИ..... 47

**Гузій Н. В., Бреус Д. С.**

МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД..... 50

**Деркач В. В., Гоголь Р. В.**

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ ПОСАДКОВОГО  
МАТЕРІАЛУ *CRYPTOMERIA JAPONICA* (L. F.) D. DON  
В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ..... 57

**Журавський О. С., Алмашова В. С.**

ПОВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНИХ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ..... 60

**Забіяка А. І.**

АНАЛІЗ ОРНІТОКОМПЛЕКСІВ ЯК ЕЛЕМЕНТІВ  
БІОГЕОЦЕНОЗІВ..... 63

**Запорожан С. Р.**

ЗНАЧЕННЯ ЗООГЕННОГО ОПАДУ У ФУНКЦІОНУВАННІ  
ЕКОСИСТЕМ..... 66

**Кардаш О. С., Пінчук О. Л.**

ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ  
У ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ СИСТЕМАХ:  
ПОТЕНЦІАЛ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ..... 69

**Кобилко І. В.**

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ НІТРИФІКАЦІЇ В ОЧИСНИХ  
СПОРУДАХ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ..... 72

**Ковшаков С. О.**

ОЦІНКА СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ПЕСТИЦИДАМИ  
ТА ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ..... 76

**Купчик Р. М.**

ЦИФРОВА ГРАМОТНІСТЬ І ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ  
ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН:  
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ТА ОСВІТНЯ АДАПТИВНІСТЬ..... 79

**Кучер В. П.**

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ НАФТОВИДОБУВНОЇ  
ПРОМИСЛОВОСТІ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ.....82

**Мазін Р. В.**

ВПЛИВ РУЙНАЦІЇ КАХОВСЬКОЇ ГЕС НА ГІДРОЛОГІЧНИЙ  
СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ М. КОРСУНКА.....85

**Машичев І. В., Бреус Д. С.**

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ  
ВЕРХНЬОЇ ЧАСТИНИ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА.....87

**Melnyk Viktoriia, Melnyk Valentyna**

PROGRESS IN IMPLEMENTING THE EUROPEAN GREEN  
DEAL: LESSONS FOR RATIONAL NATURAL RESOURCE USE  
AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT.....92

**Мельник В. І., Лісецький В. О., Мельник В. І.**

ЦИРКУЛЯРНА ЕКОНОМІКА В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ  
УКРАЇНИ.....98

**Мотузна О. Є., Бойко Т. О., Міхнова А. В.**

ЕКОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ДОБОРУ РОСЛИН  
ДЛЯ ОЗЕЛЕНЕННЯ ЗИМОВИХ САДІВ.....100

**Наумовська О., Лелюшок С., Молдован Л.**

ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПЛАСТИКУ  
В ҐРУНТІ.....103

**Овезмирадова О. Б., Арканов В. В.**

ВПЛИВ ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ  
ОЗИМОЇ БІОСТИМУЛЯТОРАМИ НА СТАН ПОСІВІВ  
В ОСІННЬО-ЗИМОВИЙ ПЕРІОД .....105

**Овезмирадова О. Б., Блаута М. С.**

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БІОПРЕПАРАТІВ  
ПРОТИ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА ПРИ ВИРОЩУВАННІ  
КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПОЛІССЯ.....109

**Овезмирадова О. Б., Стефанюк Р. І.**

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ  
ЗАХИСТУ ПРОТИ ЯБЛУНЕВОЇ ПЛОДОЖЕРКИ  
В УМОВАХ ПОЛІССЯ.....113

**Овезмирадова О. Б., Щербина Д. О.**

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БІОПРЕПАРАТІВ ПРОТИ  
САМШИТОВОЇ ВОГНІВКИ.....116

|                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Олянецький А. В.</b><br>ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНОЇ СВІДОМОСТІ<br>СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ.....                                                                                          | 118 |
| <b>Педченко Д. О.</b><br>ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФІТОЦЕНОЗІВ<br>МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ.....                                                                                             | 121 |
| <b>Пінчук О. Л., Іванчук Н. В., Шатний С. В., Пінчук Д. О.</b><br>ПЕРСПЕКТИВИ АГРАРНОГО ВИКОРИСТАННЯ<br>ТЕПЛОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ СКИДНИХ ВОД АЕС.....                                     | 124 |
| <b>Пічура В. І., Потравка Л. О., Khanenko-Friesen N.</b><br>ВПЛИВ ВІЙНИ ТА ОСУШЕННЯ КАХОВСЬКОГО<br>ВОДОСХОВИЩА НА ЗРОШУВАНІ АГРОЛАНДШАФТИ<br>ПІВДНЯ УКРАЇНИ.....                      | 127 |
| <b>Поляруш Д. А., Бойко П. М.</b><br>ОЦІНКА ПАРКОВИХ НАСАДЖЕНЬ МІСТА ОЛЕКСАНДРІЯ<br>КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....                                                                      | 131 |
| <b>Пясецька С. І.</b><br>СТИХІЙНІ ПОГОДНІ ЯВИЩА НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ<br>У ТЕПЛІЙ ПЕРІОД 2024 РОКУ.....                                                                                | 133 |
| <b>Реворук О. С.</b><br>ВПЛИВ ІНЖЕНЕРНИХ ЛІСОЗАХИСНИХ НАСАДЖЕНЬ<br>НА АГРОЛАНДШАФТИ.....                                                                                              | 137 |
| <b>Романчук Л. Д., Кравчук-Ободзінська Т. В., Овезмирадова О. Б.</b><br>АМАРАНТ У СИСТЕМІ КЛІМАТИЧНО-ОРІЄНТОВАНОГО<br>ЗЕМЛЕРОБСТВА: АДАПТАЦІЯ ДО ПОСУХИ<br>ТА ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУР..... | 140 |
| <b>Сенчишин В. С., Бойко П. М.</b><br>ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ПРИВАТНОГО<br>РЕКРЕАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ У КІРОВОГРАДСЬКІЙ<br>ОБЛАСТІ.....                                                | 143 |
| <b>Сердюк М. М., Алмашова В. С.</b><br>ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ СУЧАСНОГО СТАНУ<br>НИЖНЬОДНІСТРОВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО<br>ПРИРОДНОГО ПАРКУ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....            | 146 |
| <b>Скора Л. А.</b><br>ЕКОМОРФІЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ҐРУНТОВОЇ<br>МЕЗОФАУНИ.....                                                                                                             | 150 |

**Сорочинська О. Л.**

УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТА СОЦІАЛЬНО-  
ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ.....152

**Стефанюк Р. І.**

СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ  
ЯБЛУНЕВОЇ ПЛОДОЖЕРКИ.....156

**Фіщенко Є. В., Алмашова В. С.**

ЯКІСНА ОЦІНКА СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА  
РІЧКИ ДНІСТЕР.....159

**Хованов А. Ю.**

УТИЛІЗАЦІЯ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ТА СУЧАСНІ  
ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ПЕРЕРОБКИ.....162

**Щербина Д. О.**

ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ  
ПРОТИ САМШИТОВОЇ ВОГНІВКИ.....166

**Ярошук О. В., Прищепя А. М.**

ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ В СТРАТЕГІЇ ПОВОДЖЕННЯ  
З ВІДХОДАМИ ВОДОПІДГОТОВКИ РІВНЕНСЬКОЇ АЕС  
(ВАПНЯНОГО ШЛАМУ).....170

## **ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА**

**Burhaz M. I.**

INVESTMENT APPROACHES TO THE MODERNIZATION  
OF AQUACULTURE HYDROTECHNICAL  
INFRASTRUCTURE.....173

**Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В., Бєдункова О. О.**

AFISHE: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД У МОДЕРНІЗАЦІЇ  
ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ВОДНИХ БІОРЕСУРСІВ  
ТА АКВАКУЛЬТУРИ.....176

**Катинська І. В.**

АНАЛІЗ ДІАТОМОВИХ БІОІНДИКАТОРІВ (*OSCHROPHYTA*)  
У ТРАНСКОРДОННИХ ВОДАХ УКРАЇНИ ТА ПОЛЬЩІ  
(2015–2025).....179

**Lichna A. I.**

THE ROLE OF INVERTEBRATES IN BIOINDICATION  
OF AQUATIC ECOSYSTEMS AND SUSTAINABLE  
FISHERIES.....183

***Matviienko T. I.***

RELEVANT ASPECTS OF STUDYING THE BIOLOGY  
AND PRODUCTIVITY OF FRESHWATER FISH.....186

***Пономарьов О. С., Гончарова О. В., Хомякова В. В.***

ВЕКТОРИ ВІДНОВЛЕННЯ ТА РОЗВИТКУ  
РИБНОГО ГОСПОДАРСТВА ПІВДНЯ УКРАЇНИ.....189

***Serbov M., Burhaz M. I.***

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON WATER RESOURCES  
OF UKRAINE: ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT  
AND ADAPTATION MANAGEMENT STRATEGIES.....193

***Sydorak R. V.***

AQUARIUM KEEPING AS A COMPONENT OF MODERN  
AQUACULTURE AND ENTREPRENEURIAL ACTIVITY.....195

***Soborova O. M., Antoshkin K. M., Kudelina O. Y.***

PROSPECTS FOR USING FERMENTED FISHMEAL  
IN AQUACULTURE.....198

|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>VIII Міжнародна<br/>науково-практична конференція</b><br/> <i>«Екологічний стан навколишнього середовища<br/>та раціональне природокористування<br/>в контексті сталого розвитку»</i></p> | <p><b>VIII International<br/>Scientific and Practical Conference</b><br/> <i>"Ecological state of environment<br/>and rational nature use in the context<br/>of sustainable development"</i></p> |
| <p><b>30–31 жовтня 2025 року,<br/>Херсон, Україна</b></p>                                                                                                                                       | <p><b>Kherson, Ukraine,<br/>October 30–31, 2025</b></p>                                                                                                                                          |

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за достовірність та об'єктивність наданої інформації.

**Контактна інформація оргкомітету конференції:**  
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Юридична адреса: вул. Стрітенська, 23, м. Херсон, 73006

Фактична адреса: просп. Університетський, 5/2,  
м. Кропивницький, Кіровоградська обл., 25031

Кафедра екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка  
Факультет рибного господарства та природокористування  
**ecokonf.ksau@gmail.com**

+38 (050) 213 76 72 – Пічуря Віталій Іванович, д.с.-г.н., професор, завідувач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка, співголова Оргкомітету;  
+38 (066) 064 83 44 – Бреус Денис Сергійович, к.с.-г.н., доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка, відповідальний за технічний супровід, член Оргкомітету;  
+38 (050) 729 41 48 – Рутта Олена Валеріївна, асистент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка, відповідальна за прийом матеріалів, член Оргкомітету

Дизайн обкладинки А. Юдашкіна  
Технічне редагування О. Гринюк  
Верстка Ю. Семенченко



Підписано до друку 01.12.2025 р.  
Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Цифровий друк. Гарнітура Times.  
Ум. друк. арк. 12,09. Наклад 300.  
Замовлення № 1125-105.

Видавництво та друк: Олді+  
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1  
тел.: +38 (095) 559-45-45, e-mail: office@oldiplus.ua  
Свідцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.

Замовлення книг:  
тел.: +38 (050) 915-34-54, +38 (068) 517-50-33  
e-mail: book@oldiplus.ua



