



2026

V МІЖНАРОДНА ІНТЕРНЕТ- КОНФЕРЕНЦІЯ

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ФОРМАЛЬНОЇ І
НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ З
МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ
ТА ЗАПОВІДНОЇ СПРАВИ**

**Збірник тез
доповідей**



Co-funded by
the European Union



**Харків
17 квітня 2026 р.**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ХАРКІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА**
Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку



**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ФОРМАЛЬНОЇ І НЕФОРМАЛЬНОЇ ОСВІТИ З
МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ ТА ЗАПОВІДНОЇ СПРАВИ**
Тези V Міжнародної Інтернет – конференції 17 квітня 2026 року



Co-funded by
the European Union



MICROCREDENTIALS FOR UKRAINE AND MONGOLIA

Харків 2026

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
V. N. KARAZIN KHARKIV NATIONAL UNIVERSITY
Karazin Institute of Environmental Sciences, Green Energy
and Sustainable Development**



**CURRENT ISSUES OF FORMAL AND NONFORMAL EDUCATION IN
ENVIRONMENTAL MONITORING AND CONSERVATION**
Abstracts of V International Internet- conference
April 17, 2026



Co-funded by
the European Union



MICROCREDENTIALS FOR UKRAINE AND MONGOLIA

Kharkiv 2026

УДК 37:502.175](063)

*Посвідчення Укр. ІНТЕІ № 944 від 10 грудня 2025 року
Затверджено до друку рішенням Вченої ради
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна
(протокол № 8 від 15.05.2026 р.)*

Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи : зб. тез доповідей V Міжнародної Інтернет-конференції (м. Харків, 17 квітня 2026 року). – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2026. – (PDF 136 с.)

URL <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/25654>

Збірник складають тези доповідей, у яких розглянуто актуальні напрямки формальної та неформальної освіти у заповідній справі; проблеми та перспективи розвитку заповідної справи в Україні і Світі в умовах глобальних кліматичних змін; моніторингу довкілля: сучасний стан, перспективи та міжнародний досвід; вплив військових дій на довкілля та шляхи повоєнної ревіталізації природних комплексів; освітні інновації у моніторингу стану навколишнього середовища.

Current issues of formal and non-formal education in environmental monitoring and conservation: Abstracts of V International Internet- conference (Kharkiv, April 17, 2026). – Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2026. – (PDF 136 p.)

URL <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/25654>

The book contains abstracts on current areas of formal and non-formal education in nature conservation; problems and prospects for the development of nature conservation in Ukraine and the World in the context of global climate change; environmental monitoring: current state, prospects and international experience; the impact of military operations on the environment and ways of post-war revitalization of natural complexes; educational innovations in environmental monitoring.

Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за добір, точність, достовірність наведених даних, фактів, цитат, інших відомостей.

Матеріали друкуються мовою оригіналу.

Адреса редакційної колегії: 61022,
м. Харків, майдан Свободи, 6, к. 479.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
e-mail: monitoring.ecology@karazin.ua

URL <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/25654>



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The publication was prepared in the framework of ERASMUS+ project 'DOMANI. "Developing micro-skills ecosystems in Ukraine and Mongolia for a competitive and sustainable green economy" financed by European Commission. Responsibility for the information and views set out in this publication lies entirely with the authors.

© Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, 2026
© Максименко Н. В., Гречко А.А. макет обкладинки, 2026

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

- Надія МАКСИМЕНКО – *Голова редколегії, завідувач кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, доктор географічних наук, професор.*
- Алла НЕКОС – *професор кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, доктор географічних наук, професор.*
- Олена ГОЛОЛОБОВА – *доцент кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.*
- Анастасія КЛЄЩ – *доцент кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, кандидат географічних наук.*
- Ірина КОВАЛЬ – *доктор сільськогосподарських наук, провідний науковий співробітник відділу лісівництва та економіки лісового господарства сектору екології лісу УкрНДЦЛГА імені Г. Н. Висоцького.*
- Світлана БУРЧЕНКО – *доцент кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, доктор філософії з наук про Землю.*
- Віталій БЕЗСОННИЙ – *доктор технічних наук, доцент кафедри готельного ресторанного бізнесу і крафтових технологій Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.*
- Антон ШКАРУБА – *Кандидат географічних наук, старший науковий співробітник Естонського університету природничих наук, м. Тарту, Естонія.*
- Якуб БОРКОВСЬКИЙ – *DrSc, професор, завідувач кафедри лісівництва і екології лісу Вармінсько-Мазурського університету, м. Ольштин, Польща.*
- Марія БІГУНЬОВА – *PhD, Словацький університет сільськогосподарства в Нітрі, Словаччина, факультет садівництва та ландшафтної інженерії.*
- Лідія ГОРОШКОВА – *доктор економічних наук, професор, професор кафедри екології Національного університету «Києво-Могилянська академія».*
- Сергій СОНЬКО – *доктор географічних наук, професор, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності Уманського національного університету.*
- Ірина ШПАКІВСЬКА – *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу екосистемології Інституту екології Карпат НАН України.*
- Аліна ГРЕЧКО – *технічний секретар редакційної колегії, доцент кафедри екологічного моніторингу та заповідної справи, доктор філософії з наук про Землю.*

ЗМІСТ

Секція 1. Вплив військових дій на довкілля та шляхи повоєнної ревіталізації природних комплексів.

¹HOROSHKOVA Lidiia, ²MENSHOV Oleksandr, ^{2,3}HOROSHKOV Stanislav

¹National University of «Kyiv-Mohyla Academy», Kyiv, Ukraine

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

³V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Ecological assessment of surface water quality in the Southern Bug river within Mykolaiv region under antropogenic and war impacts..... 10

KUZYK Ihor, HORYN Oksana, MARKIV Viktor

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ternopil, Ukraine

The ecological condition of the surface waters of the Seim River following the de-occupation of north-eastern Ukraine..... 12

ГОЛОЛОБОВА Олена

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Конвенція Ради Європи про захист довкілля засобами кримінального права 2025 року як нова парадигма кримінально-правової охорони довкілля..... 17

¹ГОРОШКОВА Лідія, ^{2,3}КОРНІЙЧУК Юлія, ¹РИЖИКОВ Ігор

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

³Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків, Україна
Оцінка рівня антропогенного навантаження на якість поверхневих вод річки Дунай.. 19

ГОРОШКОВА Лідія, МАСЛОВ Денис

Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

Оцінка впливу війни на якість поверхневих вод питного водозабору у річці Дніпро.. 21

¹ГОРОШКОВА Лідія, ¹ПОЛИВОДА Ірина, ²ШВИДКА Світлана

¹Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

²Словацький технічний університет у Братиславі, м. Братислава, Словаччина

Екологічна оцінка якості поверхневих вод Кременчуцького водосховища (на прикладі водозабору м. Кременчук) 23

ГОРОШКОВА Лідія, ТЕСЛЯ Іван

Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

Оцінка впливу міського середовища на стан поверхневих вод р. Дніпро..... 25

ГОРОШКОВА Лідія, ТКАЧЕНКО Софія

Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

Аналіз впливу війни на стан питного водопостачання м. Миколаїв..... 27

ГРИНЬ Валерія, МАМАТОВ Микита, БОСЮК Альона, БАБЕНКО Володимир

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Забруднення ґрунтів та земель сільськогосподарського призначення вибухонебезпечними предметами..... 28

ДЕРКАЧОВ Нікіта, САКУН Антоніна, КУЛІНІЧ Сергій

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Збереження водних ресурсів та природи у постконфліктний період..... 31

Владислав ЗІНЧЕНКО, Олексій ШЕСТОПАЛОВ, Антоніна САКУН

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Екологічна безпека водних систем у період відновлення..... 33

ЛЕСЕЧКО Катерина, КАРАМУШКА Віктор

Національний університет «Києво-Могилянська академія», м. Київ, Україна

Оцінка впливу акустичного навантаження від автономних джерел живлення на етологічні показники *Corvus cornix* в умовах урбоценозу..... 34

ПАРШУКОВ Гліб, ГРЕЧКО Аліна

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Методологія Living lab у системі повоєнного відновлення міського середовища..... 36

ПІТАК Інна, СЕБКО Кіріл

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Комплексний електрофізичний підхід до діагностики стану техногенно порушених ґрунтів та оптимізації процесів їх відновлення..... 38

ТИХОМИРОВА Тетяна, БАЙРАЧНИЙ Володимир

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Вплив відходів руйнації на стан ґрунтів урбанізованих територій..... 40

Секція 2. Проблеми та перспективи розвитку заповідної справи в Україні і світі.

ГОЛОЛОБОВА Олена, ВАСЮТА Анастасія

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Конвенція Ради Європи про захист довкілля засобами кримінального права 2025 року як нова парадигма кримінально-правової охорони довкілля..... 43

КОРОТЕЦЬКА Єлизавета, МАКСИМЕНКО Надія

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Рекреаційна ємність національних природних парків Карпат з домінуючими гірськими лісами..... 46

КОЧЕТИГА Дарина, МАКСИМЕНКО Надія

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Конфлікти природокористування заповідних територій (на прикладі водоспаду Пробій) 49

МЕЛЬНИК Олексій, МОСКАЛЬЧУК Наталія

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Роль екологічного туризму у розвитку заповідної справи в Україні..... 51

ПЕЧЕНА Вікторія, МОСКАЛЬЧУК Наталія

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Роль заповідних територій у збереженні біорізноманіття планети..... 53

ТРИГУБ'ЯК Лілія, МОСКАЛЬЧУК Наталія

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Антропогенний вплив як ключова проблема розвитку природоохоронних територій..... 55

¹ФЕДОНЮК Віталіна, ²ІВАНЦІВ Ярослава, ¹ІВАНЦІВ Василь

¹Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

²Волинське територіальне відділення Малої академії наук, м. Луцьк, Україна

Розробка інтерактивних карт зміни клімату у заповідних об'єктах Волинської області 57

ШЕРЕМЕТА Вікторія, МОСКАЛЬЧУК Наталія

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Вплив війни на заповідні території України..... 60

Секція 3. Моніторинг довкілля: наука, освіта, практика.

GOLOLOBOV Vadym

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Agro-reclamation Potential of Meltwater in the Context of Soil Preservation and Biodiversity Conservation of the B. F. Ostapenko Arboretum of the State Biotechnology University..... 62

MAKSYMENKO Nadiya, CHERKASHYNA Nadiia

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Methodological support for bilingual teaching of the course "Methodology and Organization of Scientific Research" for postgraduate students of the specialty E2 Ecology..... 64

RADOMSKA Marharyta, SHEVKUN Anastasiia

Kyiv Aviation Institute, Kyiv, Ukraine

Particulate matter monitoring at urban territories..... 67

SNIZHKO Sergiy, SHEVCHENKO Olga

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

On the need to assess climate risks for river ecosystems in Ukraine and their implementation in the Integrated Water Resources Management System..... 69

KALASHNIKOV Ruslan, MAKSYMENKO Nadiya

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Assessment of the ecological and economic efficiency of urban trees in the territory of Kharkiv..... 72

БАБЕНКО Володимир, ГЛИВКА Валентина

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна

Моніторинг екологічної складової лісів задля збереження біологічного різноманіття в Україні..... 76

БОРИСЕНКО Катерина, ПОПОВ Владислав

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Інтеграція геоінформаційних технологій у польові дослідження для моніторингу довкілля..... 78

**БУРЧЕНКО Світлана, КОРОТЕЦЬКА Єлизавета, МАКЄЄВА Дарина,
ПАРШУКОВ Гліб, ВАСЮТА Анастасія**

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Проблеми функціонування зелено-блакитної інфраструктури у малих містах та селищах (на прикладі Харківської та Полтавської областей)..... 81

БУРЧЕНКО Світлана, КОЧЕТИГА Дарина

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Проблеми функціонування зелено-блакитної інфраструктури у великих містах (на прикладі м. Київ та м. Харків) 85

ДАМБРАУСКАС Валентина, МАКСИМЕНКО Надія

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Донні відклади як індикатор стану в екологічному моніторингу ставка..... 87

КОВАЛЬ Ірина, ВОЛЧЕНКО Анна, НАСТАРЧУК Данило

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Вплив низових пожеж на радіальний приріст сосни в молодих насадженнях Житомирщини..... 88

КУЛИК Михайло

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Стан забруднення атмосферного повітря м. Харків у 2024 році..... 90

ЛЕВИЦЬКА Анна, СМОЛЯР Наталія

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»,
м. Полтава, Україна

Еколого-ценотична характеристика нововиявленого місцезростання *Iris pumila* L. на території Кременчуцького району (Полтавська область, Україна) 93

МАКСИМЕНКО Надія, ДОЛЯ Дмитро, ГРИГОР'ЄВА Анна

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Сезонні відмінності патогенності погоди м. Харків за період 2017-2025 р.р. 95

¹МАКСИМЕНКО Надія, ¹ЛЕОНОВ Андрій, ²ЗАНІНОВІЧ Тамара

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

²Університет Загреба, Хорватія

Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1143/2014 як керунок дослідження інвазійних видів в Україні..... 98

НЕКОС Алла, ХАДУСКІНА Катерина

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Моніторинг хімічних показників поверхневих вод річок Донеччини та Харківщини 99

РУДЕНКО Роман, САКУН Антоніна, ШЕСТОПАЛОВ Олексій

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків,
Україна

Рециклінг стічних вод із відновленням осадів як елемент сталого водокористування 101

СМИК Ірина

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Актуальні проблеми організації моніторингу довкілля на регіональному рівні..... 102

Секція 4. Формальна та неформальна освіта у заповідній справі.

NEKOS Alla, CHERKASHYNA Nadiia, UVAROVA Sofiia

V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Integration of creative practices and digital technologies into non-formal environmental education of schoolchildren based on objects of the nature reserve fund..... 105

БУРЧЕНКО Світлана, КЛЄЩ Анастасія, ВІКТОРОВА Неоніла, ПАРШУКОВ Гліб, ЛАПТЄВ Дмитро, РЕДЬКО Карина

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Концепція інтелектуальної екосистеми моніторингу енергоспоживання та акустичного навантаження (S.E.N.S.E.) 108

ГРЕЧКО Аліна, ДОЛЯ Дмитро, РАДЧЕНКО Дар'я, ШЕВЧЕНКО Анастасія, ПЕГАСШЕВ Денис

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Цифрові інновації в екологічному моніторингу: досвід хакатону як інструменту неформальної освіти при розробці проєкту AGROIMPACT AI..... 111

ГРЕЧКО Аліна¹, МАКСИМЕНКО Надія¹, ШКАРУБА Антон²

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

²Естонський університет наук про життя, м. Тарту, Естонія

Мікрокваліфікаційна програма «Біорізноманіття міських ландшафтів» проєкту Erasmus+ DOMANI: можливості післядипломної освіти з моніторингу довкілля та управління міськими екосистемами..... 113

КЛЄЩ Анастасія

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Мікрокваліфікаційна програма «Дистанційний моніторинг навколишнього середовища» як інструмент повоєнного переходу до зеленої економіки в Україні (досвід розробки в межах проєкту Еразмус+ DOMANI) 116

КЛЄЩ Анастасія, ГРЕЧКО Аліна, БУРЧЕНКО Світлана

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

Методи командоутворення як складник неформальної освіти в підготовці до екохакатону: кейс Каразінського університету в проєкті DOMANI..... 119

КОРЖАК Ірина

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Формальна, неформальна та інформальна освіта у формуванні екологічної культури..... 121

**МАКСИМЕНКО Надія¹, МАРРАН Крістіна², ТІТЕНКО Ганна¹,
БУРЧЕНКО Світлана¹**

¹Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна

²Відкритий університет Естонського університету наук про життя, м. Тарту, Естонія

Інституційне впровадження мікрокваліфікаційних програм, розроблених в рамках проєкту Erasmus + "DOMANI" в Каразінському університеті..... 123

НОВИЦЬКА Світлана, ЯНКОВСЬКА Любов Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка, м. Тернопіль, Україна

Вибір баз для проведення практики у природних заповідних об'єктах..... 127

ОЛЬХОВ Борис, МОСКАЛЬЧУК Наталія

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна

Гейміфікація як важливий елемент неформальної екологічної освіти..... 131

ТКАЧУК Анастасія, МАСЮК Олександр

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна

Гурткова діяльність як інструмент реалізації освітнього потенціалу заповідної справи..... 134

Секція 1. Вплив військових дій на довкілля та шляхи повоєнної ревіталізації природних комплексів.

Ecological assessment of surface water quality in the Southern Bug river within Mykolaiv region under anthropogenic and war impacts

¹Lidiia HOROSHKOVA, ²Oleksandr MENSHOV, ^{2,3}Stanislav HOROSHKOV

¹*Department of Environmental Science, National University of «Kyiv-Mohyla Academy», , UKRAINE*

²*Department of Geoinformatics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, UKRAINE*

³*V. N. Karazin Kharkiv National University, UKRAINE*

In the context of the ongoing war in Ukraine, issues of water supply and water security have gained critical importance. The country has a well-developed water management system that includes large reservoirs, hydroelectric dams, cooling systems for nuclear power plants, and other strategically important facilities. Military activities create substantial environmental threats to this infrastructure, potentially causing severe ecological damage. Therefore, investigating anthropogenic influences, particularly those intensified by military actions, is highly relevant for the Southern Bug River, which plays a crucial role in maintaining ecological balance, supporting social needs, and ensuring economic development in the Mykolaiv region.

The purpose of this research is to assess the combined anthropogenic and military impacts on the surface waters of the Southern Bug River within the Mykolaiv region, particularly those used for drinking water supply. Additionally, the study aims to forecast potential changes in environmental conditions and to propose measures for improving water quality in the post-war period. The methodology is based on comparative analysis and computer-assisted statistical processing of long-term monitoring data. Correlation analysis was applied to identify relationships between hydrochemical indicators, while regression modeling was used to predict future trends in water quality parameters.

The study presents an assessment of the ecological state of the Southern Bug River under anthropogenic and military pressures within the Mykolaiv region. Monitoring was conducted at the 153 km section of the river near the village of Oleksiivka (Pankratove), which serves as a drinking water intake point for the city of Yuzhnoukrainsk (Mykolaiv region) (47°86'87" N, 31°11'97" E). Using regression models, forecasts of anthropogenic load from key pollutants were developed. Predicted concentrations were calculated for phosphate ions, ammonium ions, sulfate ions, chloride ions, biochemical oxygen demand (BOD₅), and dissolved oxygen in the river's surface waters.

The research provides a comprehensive ecological assessment of water quality in the Southern Bug River near Yuzhnoukrainsk for the period 2003–2024. Special attention was given to the dynamics of key hydrochemical indicators, including phosphates, ammonium, sulfates, chlorides, BOD₅, and dissolved oxygen.

The results indicate that the river ecosystem in the Oleksiivka (Pankratove) area is subject to a sustained biogenic and organic load, which has intensified during 2020–2024. Elevated concentrations of nitrogen compounds, phosphates, surfactants, and herbicides point to the continuous influence of domestic wastewater and agricultural runoff. At the same time, trends in COD and BOD₅, along with declining dissolved oxygen levels, suggest worsening aeration conditions and an increasing risk of hypoxia in the aquatic ecosystem.

Regression-based forecasting enabled the estimation of future anthropogenic pressure levels and the projection of concentrations of key pollutants, including phosphate and ammonium ions, sulfates, chlorides, BOD₅, and dissolved oxygen, in the surface waters of the Southern Bug River.

Keywords: *surface water, ecological assessment, anthropogenic impact, water contamination, correlation analysis, regression modeling, prediction.*

Contact address: National University of “Kyiv-Mohyla Academy”,
2 Skovorody vul.,
Kyiv 04070, Ukraine,
e-mail: goroshkova69@gmail.com

The ecological condition of the surface waters of the Seim River following the de-occupation of north-eastern Ukraine

Ihor KUZYK, Oksana HORYN, Viktor MARKIV

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, UKRAINE

Surface water bodies in north-eastern Ukraine play a critical role in maintaining regional and national environmental security, ensuring drinking water supplies, and preserving biodiversity. The Seim River, a left tributary of the Desna that flows through the Sumy and Chernihiv regions, is a vital link in the Dnipro River basin and has historically shaped unique floodplain ecosystems. However, the full-scale russian invasion and temporary occupation of significant territories in 2022 dealt an unprecedented blow to the region's natural environment, turning waterways into zones of ecological disaster.

The period of occupation was marked by the systematic destruction of hydraulic and wastewater treatment infrastructure, water pollution caused by toxic substances resulting from hostilities, damage to dams, and the uncontrolled discharge of untreated wastewater. Additional factors contributing to degradation included the mining of shorelines, the destruction of coastal buffer zones, and disruptions to the hydrological regime. The de-occupation of these territories marked the beginning of a new phase, characterized by a shift from addressing the consequences of war damage to comprehensive environmental monitoring and the restoration of aquatic ecosystems.

The relevance of this study stems from the need for an objective assessment of the current state of the Seim Rivers surface waters, the identification of major pollutants, and the development of scientifically sound measures for the revitalization of the river basin. Without restoring the water quality of the Seim, it is impossible to fully revive agriculture and fisheries and ensure the sanitary and epidemiological well-being of the population in the de-occupation communities.

Over the past few years, a wide range of scientists has been conducting research on water quality in the Seim River. This interest in the environmental issues affecting this waterway stems from the military operations in northern and eastern Ukraine. In August 2024, the retaining dams of the sugar factory's settling ponds in the Tyotkino city (russian federation) were breached, resulting in a massive release of toxic substances into the Seim River. As a result, the concentration of dissolved oxygen dropped to $0.3 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$ (with a normal level of ≥ 4), and chemical oxygen consumption reached $64.4 \text{ mg O}_2/\text{dm}^3$. The pollution plume spread over 416 km, causing a massive fish kill (over 40 tons). This issue, from the perspective of the impact of such pollution on the fish fauna, was described in a study by Mezhzherin S.V., Tsyba A. O., Kokodiy S. V. & Afanasyev S.O. [11]. Research into the impact of transboundary pollution on the Seim River was also conducted by Avroshko Y.M. & Torianyk V.M. [1], Ishchuk O. V. & Vasylenko O. M. [7], Danylchenko O.S., Pluzhnyk O.M. & Krupska S.I. [5] etc. Studies of the salinity of the Seim River [4], the stability of surface waters in the Sumy region [3], and the river basins of the Sumy region in general [2] were conducted by Danylchenko O.S., Pluzhnyk O.M. etc. The characteristics of the ecological status of the surface waters of the Seim River [8, 10], as well as the concentrations of sulfates [9], Nitrate-ions and Nitrite-ions in the watercourse, were investigated by Kovalenko S., Ponomarenko R., Tretyakov O., Titarenko A. & Ivanov Y. [8].

The results of long-term hydrochemical monitoring of the Seim River generally indicate a stable water quality: most key parameters meet the requirements for water bodies used for fisheries. The only persistent deviation is the total iron content, which regularly exceeds

established standards. Its average concentration was 0.3 mg/dm³ (with a standard of 0.1 mg/dm³) [7]. This deviation is caused by a combination of anthropogenic and natural factors. Anthropogenic inputs are associated with industrial effluents and corrosion of metal pipelines and drainage systems, while the natural conditions of the Seim River basin also contribute to increased iron content. Within the watershed, marshy soils and alluvial deposits rich in iron-containing compounds predominate, naturally enriching the water with this element [2, 3]

The acid-base balance of the Seim River is characterized by an average pH of 7.85, which falls within the acceptable range of 6.5-8.5 and confirms a slightly alkaline reaction typical of rivers in Polissya. The concentration of ammonium nitrogen was recorded at 0.35 mg/dm³, not exceeding the standard limit of 0.5-1.0 mg/dm³. The content of sulfates (4.7 mg/dm³) and chlorides (32 mg/dm³) was also significantly lower than the limit values of 100 and 300 mg/dm³, respectively. Nitrogen compounds showed environmentally safe levels: the average concentration of nitrates was 2.94 mg/dm³ (standard – 40 mg/dm³), and nitrites – 0.06 mg/dm³ (standard – 0.08 mg/dm³) [7].

The degree of organic pollution was assessed based on oxygen conditions. The average chemical oxygen consumption reached 18.1 mg O₂/dm³, which is three times lower than the standards for fisheries (50 mg O₂/dm³), but higher than the standard for domestic and industrial water use (15 mg O₂/dm³). This indicates a moderate but stable organic load. Biochemical oxygen consumption over five days was 2.8 mg O₂/dm³ at a permissible level of 3 mg O₂/dm³, it was close to the critical threshold, indicating the presence of readily available organic matter capable of being actively oxidized by microorganisms [7].

Our study took into account the concentration levels of chemical substances in the Seim River as of August-September 2024, that is, following the river's contamination by a food industry company belonging to the aggressor state. For the analysis, we used data from the State Agency of Water Resources of Ukraine on the monitoring and environmental assessment of water resources [6] from 12 monitoring stations of the Water and Soil Monitoring Laboratory of the Desna Basin Water Resources Administration. Specifically, these are the following settlements: villages Dolynske, Obmachiv, Baturyn city (Chernihiv region) and villages Melnia, Ozarychi, Mutyn, Kamin, Khyzhky, Korolky, Prudy, Chumakove, Chaplyshchi (Sumy region). According to the State Agency for Water Resources of Ukraine [6], the average concentrations of chemical elements in the Seim River, as measured at all 12 monitoring stations as of August-September 2024, complied with the standards for water bodies used for fisheries, with the exception of dissolved oxygen and suspended solids (table. 1). The most significant exceedances of the standard were recorded in the villages of Kamin and Korolky (Sumy regoin), where the standard for suspended solids was exceeded by a factor of two, and that for dissolved oxygen by a factor of 10-12.

Table 1

Hydrochemical parameters of the Seim River, as of August 2024
according to the State Agency for Water Resources of Ukraine [6]

Indicator	Standard	Sampling points			
		Dolynske	Baturyn	Melnia	Korolky
Biochemical oxygen consumption, mgO ₂ /dm ³	3.0	1.96	1.95	1.92	2.05
Suspended solids, mg/dm ³	15.0	7.81	9.21	8.0	30.75
Dissolved oxygen, mgO ₂ /dm ³	4.0	7.32	7.28	11.5	0.32
Sulfate-ions, mg/dm ³	100.0	33.7	33.4	32.8	34.9
Chloride-ions, mg/dm ³	300.0	15.96	16.95	21.3	20.4
Ammonium-ions, mg/dm ³	0.5	0.36	0.35	0.23	0.27
Nitrate-ions, mg/dm ³	40.0	4.02	4.56	3.24	4.95
Nitrite-ions, mg/dm ³	0.08	0.06	0.68	0.03	0.67

According to research by Danylchenko O.S., Pluzhnyk O.M. & Krupska S.I. [5], On August 15, 2024, near the village of Manukhivka (close to the state border with Russia), a critical drop in dissolved oxygen was recorded in the waters of the Seim River – less than 1 mg O₂/dm³, which is six times lower than the requirements for fish-bearing waters. At the same time, an increase in suspended solids was observed, reaching 32 mg/dm³ (1.3 standard), and chemical oxygen consumption rose to 147.2 mgO₂/dm³ (2.9 standard). The authors note that such a combination of indicators highly likely indicates the inflow of untreated wastewater specifically from food industry enterprises [5].

Additional data obtained by the Water and Soil Monitoring Laboratory of the Regional Water Resources Office in Sumy region confirm the deterioration of oxygen conditions: the lowest dissolved oxygen levels were recorded on August 26, 2024, at all sampling points along the Seim River. The most critical situation occurred in the village of Manukhivka, where the oxygen concentration was 35.3 times lower than fisheries standards, and in the village of Ozarychi (downstream) – 22.2 times lower. As for suspended solids, their concentration exceeded the standard in the village of Chumakove (1.23 standard) and the village of Mutyn (1.07 standard). The maximum value of this indicator was recorded on September 16, 2024, near the village of Chumakove – 1.6 standard, indicating localized but persistent pockets of pollution in the middle reaches of the river [5].

According to data from the State Agency for Water Resources of Ukraine [6], as of August 29, 2024, exceedances of the maximum permissible concentrations for suspended solids and dissolved oxygen were recorded at two monitoring points assessing the hydroecological status of the Seim River (fig. 1, 2). The trend in September and October regarding these indicators is a positive.

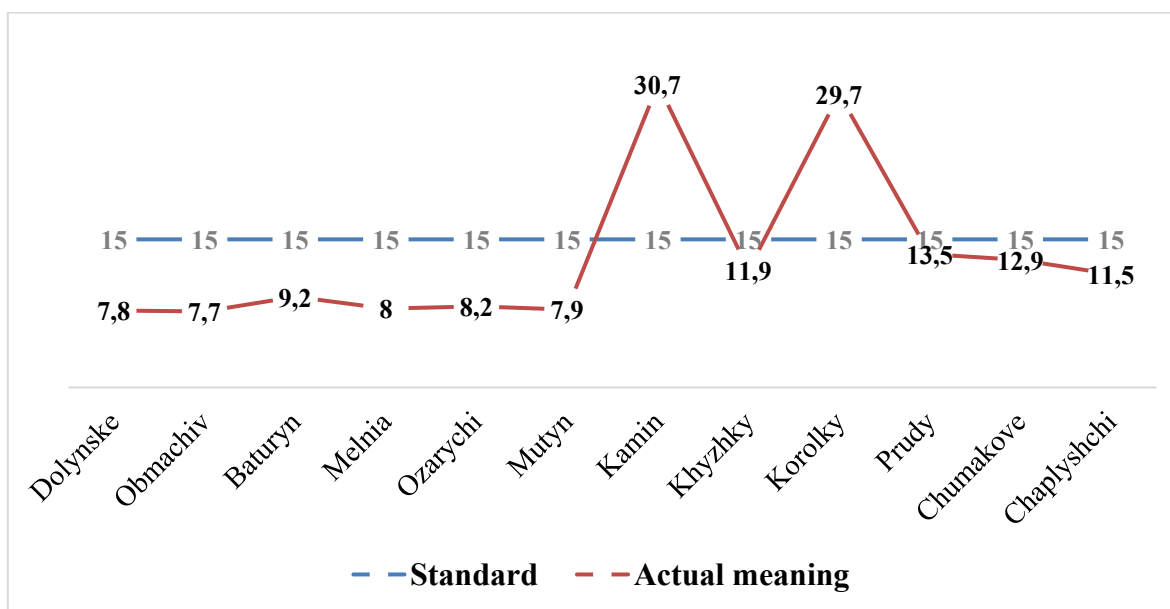


Fig. 1. Concentration of suspended solids (mg/dm³) at monitoring stations on the Seim River, as of August 2024

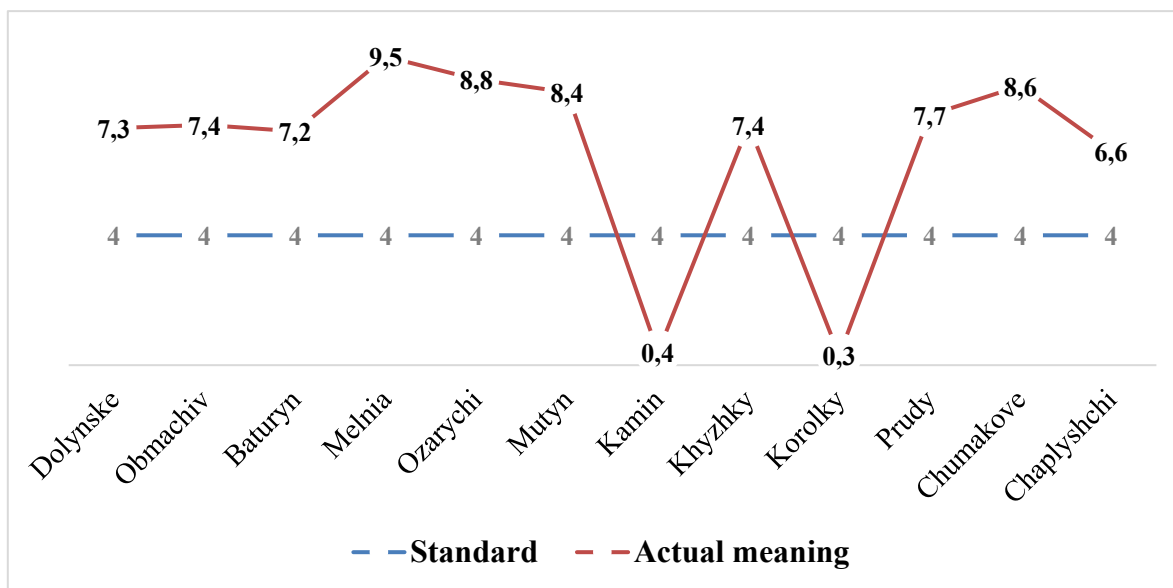


Fig. 2. Dissolved oxygen concentration (mg/dm³) at monitoring stations on the Seim River, as of August 2024

A comprehensive assessment of the hydrochemical parameters of the Seim River in the period following the de-occupation of northeastern Ukraine reveals a mixed ecological status of the aquatic environment. On the one hand, most basic parameters (pH, concentrations of ammonium nitrogen, sulfate-ions, chloride-ions, nitrate-ions and nitrite-ions) fall within ecologically safe ranges and comply with standards for fisheries water bodies. On the other hand, systematic violations have been recorded, indicating the presence of local pollution hotspots and increased vulnerability of the ecosystem during post-war recovery.

Critical issues remain, including a severe shortage of dissolved oxygen, elevated chemical oxygen consumption and biochemical oxygen consumption, and levels of suspended solids and total iron exceeding maximum permissible concentrations. Particularly alarming are the data from August-September 2024, when in certain sections of the basin (the villages of Manukhivka, Ozarychi, Chumakove, Mutyn, Kamin and Korolky), oxygen levels dropped to critical values, while the organic load and concentration of suspended solids significantly exceeded standards. These anomalies are caused by a combination of natural factors (waterlogged soils, iron-rich alluvial deposits) and human impact, specifically inadequately treated discharges from food processing and other industries, as well as the consequences of the destruction of engineering and water management infrastructure during the period of temporary occupation.

Following the de-occupation, restoring the ecological balance of the Seim River requires a systematic and prioritized approach. Key measures include: transitioning to continuous automated monitoring; inventorying and restoring treatment facilities and sewer networks; strengthening oversight of compliance with discharge standards by industrial and municipal enterprises; and developing a regional program for the ecological revitalization of the basin, taking into account transboundary aspects.

Keywords: *military pollution, water quality, the Seim River, environmental safety.*

References:

1. Аврошко Є.М, Торяник В.М. Динаміка хімічного споживання кисню у поверхневих водах річки Сейм в період її транскордонного забруднення у серпні-вересні 2024 року. Матеріали XI Міжнародної

наукової конференції (Суми, 22-23 травня 2025 р.). Ред. кол.: Корнус А.О., Міронець Л. П., Литвиненко Ю. І. та ін. Суми: Сумський державний педагогічний університет ім. А. С. Макаренка, 2025 С. 144-147.

2. Данильченко О. С. Річкові басейни Сумської області: геоекологічний аналіз: монографія. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. 270 с.

3. Данильченко О.С., Гавриш В.В., Винарчук О.О. Стійкість поверхневих вод Сумської області. *Наукові записки СумДПУ ім. А.С. Макаренка. Географічні науки*. 2020. Т.2. Вип. 1. С. 48-53.

4. Данильченко О.С., Плужник О.М. Аналіз водності річки Сейм у межах Сумської області. *Наукові записки СумДПУ ім. А.С. Макаренка. Географічні науки*. 2025. Т.2. Вип. 6. С. 54-61.

5. Данильченко О.С., Плужник О.М., Крупська С.І. Забруднення річки Сейм у наслідок воєнних дій та його вплив на здоров'я людини. The 10th International scientific and practical conference «Science in the modern world: innovations and challenges» (June 12-14, 2025) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2025. С. 254-260.

6. Державне агентство водних ресурсів України. Моніторинг та екологічна оцінка водних ресурсів України. URL: <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index> (дата звернення 26.03.2026 р.).

7. Ішук О.В., Василенко О.М. Оцінка екологічного стану річки Сейм у контексті транскордонного забруднення. *Український журнал природничих наук*. 2025. №14. С. 316-327.

8. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Третьяков О.В., Титаренко А.В., Іванов Є.В. Визначення екологічного стану поверхневого водного об'єкта (на прикладі річки Сейм). *Техніко-екологічна безпека*. 2022, №12 (2/2022). С. 23-31. <https://doi.org/10.52363/2522-1892.2022.2.3>

9. Коваленко С.А., Пономаренко Р.В., Титаренко А.В. Дослідження вмісту сульфатів у поверхневому водному об'єкті (на прикладі річки Сейм). Сучасні проблеми екологічного контролю та аудиту: зб. тез доповідей II Міжнар. інтернет-конфер. (м. Харків, 23 лютого 2022 року). Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2022. С. 24-25.

10. Коваленко С.А., Іванов Є.В. Дослідження екологічного стану річки Сейм, однієї з приток Десни. Наука про цивільний захист як шлях становлення молодих вчених. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, ад'юнктів (аспірантів). Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022. С. 38-39.

11. Межжерін С., Циба А., Кокодій С., Афанасьєв С. Депресія іхтіоцену річки Сейм внаслідок масштабного забруднення під час бойових дій у вересні 2024 р. *Гідробіологічний журнал*. 2025. Т. 61. №5. С. 52-64.

Contact address: Maxyma Kryvonisa str.2,
Ternopil, 46027, Ukraine
e-mail: kuzuk@tnpu.edu.ua

Конвенція Ради Європи про захист довкілля засобами кримінального права 2025 року як нова парадигма кримінально-правової охорони довкілля

Олена ГОЛОЛОБОВА

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Сучасний стан глобальної екосистеми та стрімка деградація біорізноманіття зумовили необхідність перегляду міжнародно-правового інструментарію протидії екологічній злочинності. Нова Конвенція Ради Європи про захист довкілля засобами кримінального права 2025 р. [1] постає як логічна відповідь на неефективність попередніх механізмів, зокрема Конвенції 1998 року, яка так і не набула чинності [2]. Цей документ запроваджує принципово нову концептуальну основу: перехід від антропоцентричного підходу, де природа розглядалася як ресурсний актив, до визнання довкілля самостійним об'єктом правового захисту. Ухвалена консенсусом після дворічної розробки за участі всіх 46 держав-членів Ради Європи, а також ЄС, ООН, Інтерполу, неурядовими організаціями, такими як Глобальна ініціатива з боротьби зі злочинами проти дикої природи, Wild Legal та Комісія з захисту прав дикої природи, які зробили свій внесок, надавши експертні знання або цінний досвід, вона стала першим у світі юридично обов'язковим документом, комплексно спрямованим на боротьбу з екологічними злочинами.

Однією з особливостей Конвенції є суттєве розширення сфери її дії. Вона охоплює діяння, що зумовлюють або створюють потенційну загрозу істотної шкоди якості повітря, водних ресурсів, ґрунтів, а також здоров'ю населення [1]. Важливою є гармонізація положень Конвенції з правом Європейського Союзу, зокрема з Директивою 2024/1203 про екологічні злочини [3]. Це створює єдиний правовий простір та гармонізує процес євроінтеграції для таких країн-кандидатів, як Україна, уніфікуючи вимоги до кваліфікації екологічних правопорушень. Конвенція встановлює мінімальні правові стандарти для держав у сфері боротьби з екологічними злочинами, сприяючи формуванню спільного підходу до криміналізації, санкцій та транскордонної співпраці.

Класифікація злочинів у межах Конвенції відображає найбільші загрози сучасності. Документ зобов'язує держави-учасниці криміналізувати широкий спектр діянь, які умовно можна поділити на кілька тематичних блоків. До першого з них відносяться незаконне забруднення (ст. 12); незаконна діяльність з регульованими хімікатами, радіоактивними матеріалами, ртуттю, озоноруйнівними речовинами (ст. 14-18); незаконне поводження з небезпечними відходами (ст. 19). До другого блоку, пов'язаного з небезпечною діяльністю та використанням природних ресурсів, належать незаконна експлуатація або закриття небезпечних установок (статті 20–21), незаконний видобуток корисних копалин (ст. 26), незаконне вилучення водних ресурсів без належного дозволу (стаття 24). Наступний блок стосується біорізноманіття та екосистем і охоплює незаконне вбивство, вилучення, володіння або торгівлю захищеними видами дикої флори та фауни (статті 27–28), значне погіршення стану захищених оселищ (ст. 29), інтродукцію або поширення інвазійних чужорідних видів, якщо це завдає значної шкоди довкіллю (ст. 30). Окрему групу становлять інші діяння, зокрема, незаконна торгівля незаконно заготовленою деревиною (ст. 25), а також незаконна переробка суден та скидання забруднюючих речовин із суден (статті 22–23).

Докорінним кроком є закріплення інституту відповідальності юридичних осіб. Конвенція запроваджує механізм, згідно з яким юридичні особи несуть кримінальну,

цивільну або адміністративну відповідальність за злочини, вчинені будь-якою особою, яка займає керівну посаду (ст. 34). Це створює стримувальний фактор. Система санкцій виходить за межі традиційних штрафів, передбачаючи такі ефективні заходи, як позбавлення державних пільг, встановлення судового нагляду, примусове припинення діяльності та, що найважливіше, обов'язок повного відновлення пошкоджених природних комплексів.

Посилення кримінальної відповідальності в межах Конвенції тісно пов'язане з активізацією міжнародної взаємодії. Конвенція виділяє низку обтяжуючих обставин, що вимагають суворішого покарання. До них належать злочини, вчинені організованими групами або за участі посадових осіб, а також діяння, що спричинили незворотну шкоду довкіллю. Водночас документ забезпечує екологічним організаціям безперешкодний доступ до правосуддя, що є важливим для демократичного контролю над екологічною безпекою. Для забезпечення ефективної імплементації створюється Комітет сторін (ст. 48), який здійснюватиме моніторинг виконання державами своїх зобов'язань.

Для України ратифікація цієї Конвенції має надзвичайне значення в умовах подолання наслідків збройної агресії. Термінологічне та концептуальне підґрунтя документа дозволяє більш ефективно кваліфікувати масштабні руйнування екосистем як екоцид. Хоча термін «екоцид» прямо не використовується в оперативних положеннях Конвенції, він згадується в преамбулі, а стаття 31 про «особливо тяжкий злочин» охоплює умисні діяння, що спричиняють незворотну, масштабну та довготривалу шкоду довкіллю, що за своєю суттю є екоцидом. Це створює необхідну умову для стягнення репарацій та притягнення до відповідальності за воєнні злочини проти довкілля, адже Конвенція застосовується також у контексті збройних конфліктів, воєн чи окупації. Крім того, впровадження стандартів Конвенції стане каталізатором для територіальних громад у проведенні глибокого екологічного аудиту та моніторингу стану ґрунтів і лісів, забезпечуючи перехід до моделі сталого розвитку. Таким чином, Конвенція 2025 року виконує роль «екологічного щита», що гарантує збереження природної спадщини для майбутніх поколінь через неминучість та суворість кримінального покарання за злочини проти життя на Землі.

Конвенція набуде чинності за три місяці після того, як її ратифікують щонайменше 10 держав, вісім з яких мають бути членами Ради Європи. Після набуття чинності Конвенція стане відкритою для приєднання інших держав світу, що сприятиме створенню глобальної системи екологічної безпеки та уніфікації стандартів кримінального переслідування за злочини проти довкілля.

Ключові слова: міжнародне екологічне право, Рада Європи, кримінальна відповідальність

Література

1. Protection of the Environment through Criminal Law / European Committee on Crime Problems. URL: <https://www.coe.int/en/web/cdpc/convention-on-the-protection-of-the-environment-through-criminal-law> (дата звернення: 08.04.2024).
2. Convention on the Protection of the Environment through Criminal Law : ETS № 172. Strasbourg, 4.XI.1998. URL: <https://rm.coe.int/168007f3f4> (дата звернення: 08.04.2024).
3. Directive of the European Parliament and of the Council on the protection of the environment through criminal law and replacing Directives 2008/99/EC and 2009/123/EC : (PE-CONS 82/24). URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1203/oj/eng> (дата звернення: 08.04.2024).

Контактна адреса: майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна
e-mail: elena.gololobova@karazin.ua

Оцінка рівня антропогенного навантаження на якість поверхневих вод річки Дунай

¹Лідія ГОРОШКОВА, ^{2,3}Юлія КОРНІЙЧУК, ¹Ігор РИЖИКОВ

¹*Кафедра екології, Національний університет «Києво-Могилянська академія», УКРАЇНА*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, УКРАЇНА*

³*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, УКРАЇНА*

Річка Дунай є однією з найважливіших водних артерій Європи, що забезпечує функціонування транскордонного судноплавства, розвиток портової інфраструктури, водопостачання та підтримання екосистемних функцій. В умовах повномасштабної війни дунайські порти набули стратегічного значення для України, оскільки стали альтернативою морським шляхам експорту, зокрема зернових культур, що безпосередньо впливає на глобальну продовольчу безпеку.

За таких умов проведення днопоглиблювальних робіт є необхідним для підтримання гарантованих глибин і стабільного функціонування судноплавства. Водночас ці роботи можуть спричиняти зміни гідродинамічного режиму, порушення донних відкладів та трансформацію гідрохімічних характеристик води. З огляду на це, дослідження впливу днопоглиблення на стан поверхневих вод із урахуванням геологічних особливостей басейну Дунаю є актуальним міждисциплінарним завданням, що поєднує екологічні, геологічні та економічні аспекти.

Оцінювання стану водного середовища здійснювалося на основі аналізу гідрохімічних показників (БСК₅, розчинений кисень, амоній- та фосфат-іони) за даними моніторингового пункту на р. Дунай (м. Ізмаїл, 89 км).

Аналіз багаторічних даних (2020–2025 рр.) показав, що стан вод характеризується помірним органічним навантаженням. Значення БСК₅ переважно залишалися в межах нормативів, із поодинокими перевищеннями у 2020, 2024 та 2025 роках. Концентрації розчиненого кисню демонстрували сезонну динаміку із зниженням у літній період, проте не досягали критичних значень. Встановлено помірну обернену залежність між БСК₅ та вмістом кисню, що зумовлено інтенсивністю біохімічних процесів.

Дослідження біогенних компонентів засвідчило, що у 2020–2021 роках стан вод був відносно стабільним. Водночас у 2024 році зафіксовано різке зростання концентрацій фосфатів, які в окремі періоди у декілька разів перевищували гранично допустимі значення, що створювало ризики евтрофікації. У 2025 році спостерігалася тенденція до зниження їх вмісту, однак рівень залишався підвищеним порівняно з базовими роками. Концентрації амоній-іонів загалом залишалися в межах норми, за винятком окремих епізодів.

Отримані результати також відображають вплив змін у структурі використання мінеральних добрив у сільському господарстві, зокрема зростання частки фосфатних сполук, що пов'язано з обмеженням доступності азотних добрив у період війни.

Окремо слід відзначити економічний аспект: після відновлення судноплавних глибин у гирлі Бистре (до 7,2 м) суттєво зріс вантажообіг дунайських портів, що підтверджує їх критичну роль у транспортній системі України. Крім того, донні піски можуть розглядатися як перспективний ресурс для будівельної галузі в умовах повоєнного відновлення.

Отже, порівняльний аналіз гідрохімічних показників до та після активізації днопоглиблювальних робіт і зростання інтенсивності судноплавства свідчить, що ці фактори не спричинили суттєвого погіршення якості поверхневих вод річки Дунай.

Екосистема зберігає здатність до саморегуляції, а зміни кисневого режиму мають переважно сезонний і природно-обумовлений характер.

Основним чинником погіршення гідрохімічного стану у 2024–2025 роках є зростання біогенного навантаження, насамперед за рахунок фосфатів, що пов'язано зі змінами у структурі аграрного виробництва.

За умови дотримання технологічних вимог проведення днопоглиблювальних робіт та екологічного контролю, їх реалізація не становить суттєвої загрози для водного середовища Дунаю. Це дозволяє розглядати подальший розвиток дунайських портів і збільшення обсягів перевезень як екологічно прийнятний напрям, важливий для економічної стійкості та відновлення України.

Ключові слова: *поверхневі води, гідрохімічний аналіз, антропогенне навантаження, промисловість, сільське господарство, днопоглиблення*

Контактна адреса: Національний університет «Києво-Могилянська академія»,
вул. Григорія Сковороди, 2,
Київ 04070, Україна,
e-mail: goroshkova69@gmail.com

Оцінка впливу війни на якість поверхневих вод питного водозабору у річці Дніпро

Лідія ГОРОШКОВА, Денис МАСЛОВ

Кафедра екології, Національний університет «Києво-Могилянська академія», УКРАЇНА

Річка Дніпро є основним джерелом водопостачання для центральних і південних регіонів України, зокрема для міста Запоріжжя – потужного промислового та енергетичного вузла. Ще до початку повномасштабної війни екологічний стан річки формувався під впливом значного антропогенного навантаження, включаючи промислові скиди та сезонні коливання якості води.

Воєнні дії істотно ускладнили ситуацію, спричинивши появу нових джерел забруднення та додаткових екологічних ризиків. Особливо критичним є стан води у зонах питного водозабору, де навіть незначні зміни її якості можуть вплинути на ефективність очищення та безпеку водопостачання. У зв'язку з цим метою дослідження стало визначення змін якості поверхневих вод Дніпра в районах водозабору та оцінка додаткових ризиків, обумовлених воєнними факторами.

Аналіз довгострокової динаміки (2015–2025 рр.) показав, що до 2024 року гідрохімічний режим був відносно стабільним: БСК₅ змінювався в межах помірних значень, відображаючи коливання органічного навантаження; ХСК стабільно перевищував БСК₅, що свідчить про наявність стійких органічних і неорганічних сполук; розчинений кисень демонстрував виражену сезонність без критичних знижень; концентрації завислих речовин залишалися низькими та стабільними.

Водночас у 2025 році в обох пунктах спостережень зафіксовано суттєві відхилення від попередніх тенденцій. Найбільш показовим є різке зростання концентрацій завислих речовин (до 13 мг/дм³ у м. Запоріжжя та понад 20 мг/дм³ у с. Біленьке), що є безпрецедентним для всього періоду спостережень. При цьому рівні БСК₅ залишалися відносно стабільними, а концентрація розчиненого кисню не зазнала критичних змін.

Таке поєднання показників свідчить про зміну природи забруднення: переважає не органічна, а мінеральна або важкоокиснювана фракція. Зростання ХСК при стабільному БСК₅ додатково підтверджує цю тенденцію. Ймовірним джерелом таких змін є продукти воєнного походження — аерозолі та тверді частинки, що утворюються внаслідок вибухів, руйнування інфраструктури та діяльності безпілотних літальних апаратів. Потрапляючи в атмосферу, вони можуть осідати у водні об'єкти разом із опадами або шляхом сухої депозиції.

Встановлено, що аналогічні аномалії синхронно проявляються в обох пунктах спостереження, що підтверджує їх регіональний характер і пов'язаність із зовнішніми (зокрема воєнними) чинниками, а не локальними природними процесами.

Дослідження засвідчило, що у воєнний період річка Дніпро в межах Запоріжжя та прилеглих територій зазнає додаткового техногенного впливу, який формує нові типи екологічних ризиків. Якщо у 2015–2024 роках гідрохімічний режим характеризувався відносною стабільністю, то у 2025 році зафіксовано різке порушення балансу за рахунок зростання завислих речовин.

Характер виявлених змін вказує на домінування неорганічного забруднення, ймовірно пов'язаного з воєнними процесами. Така трансформація якості води становить потенційну загрозу для систем водопідготовки, оскільки традиційні методи очищення орієнтовані переважно на органічні домішки.

Отже, в умовах війни особливої актуальності набуває розширення системи моніторингу якості води, врахування нових типів забруднювачів та адаптація технологій водоочищення до змінених умов формування гідрохімічного режиму.

Ключові слова: *поверхневі води, гідрохімічний аналіз, антропогенне навантаження, промисловість, сільське господарство, питний водозабір*

Контактна адреса: Національний університет «Києво-Могилянська академія,
вул. Григорія Сковороди, 2,
Київ 04070, Україна,
e-mail: goroshkova69@gmail.com

Екологічна оцінка якості поверхневих вод Кременчуцького водосховища (на прикладі водозабору м. Кременчук)

¹Лідія ГОРОШКОВА, ¹Ірина Поливода, ²Світлана ШВИДКА

¹Кафедра екології, Національний університет «Києво-Могилянська академія», УКРАЇНА

²Словацький технічний університет у Братиславі, СЛОВАЧЧИНА

В умовах зростаючого антропогенного тиску на екосистеми Дніпровського каскаду водосховищ особливої актуальності набуває дослідження якості поверхневих вод, що використовуються для питного водопостачання населення. Якість питної води є одним із ключових чинників забезпечення екологічної безпеки та здоров'я населення, особливо в умовах посилення антропогенного навантаження на водні екосистеми. Кременчуцьке водосховище, як найбільший елемент Дніпровського каскаду, відіграє важливу роль у формуванні ресурсної бази питного водопостачання міста Кременчук. Водночас вплив урбанізованих територій, сільськогосподарської діяльності та комунальних скидів зумовлює зміну гідрохімічного складу води та підвищення концентрацій забруднюючих речовин. У зв'язку з цим актуальним є дослідження стану поверхневих вод у зоні водозабору з метою оцінки їх відповідності нормативним вимогам і визначення основних факторів впливу.

Найбільшим за продуктивністю у складі Дніпровського каскаду є Кременчуцьке водосховище, створене у 1961 році. Воно входить до системи шести великих водосховищ на річці Дніпро та розташоване в межах Черкаської, Полтавської та Кіровоградської областей. Його корисний об'єм становить близько 9 км³, що дорівнює половині загального корисного об'єму всіх водосховищ каскаду. Площа водного дзеркала сягає 2250 км², що робить його найбільшим за площею в Україні. Загальний об'єм води становить 13,5 млрд м³. Довжина водосховища – 185 км, максимальна ширина – 28 км, а найбільша глибина – 28 м. Довжина берегової лінії становить приблизно 800 км [1-2].

Об'єктом проведеного дослідження є поверхневі води Кременчуцького водосховища в межах зони водозабору для питного забезпечення міста Кременчук. Предмет дослідження охоплює екологічні, гідрохімічні та антропогенні фактори, що впливають на формування якості води. Основною метою роботи було оцінювання гідрохімічних показників поверхневих вод у зоні водозабору з метою виявлення впливу антропогенних чинників.

У межах дослідження було здійснено аналіз потенційних джерел забруднення водного середовища. Одним із ключових показників оцінки стану води є біохімічне споживання кисню (БСК), яке характеризує кількість кисню, необхідного для окиснення органічних речовин у 1 дм³ води під дією аеробних мікроорганізмів протягом п'яти діб за відсутності доступу світла і повітря.

Азотовмісні сполуки надходять у водні об'єкти внаслідок розкладу органічної речовини рослинного і тваринного походження, а також разом із промисловими стічними водами. Іони амонію в процесі окиснення перетворюються на нітрати, що призводить до зростання їх концентрації у воді. Це становить небезпеку для здоров'я населення, оскільки нітрати беруть участь у формуванні нітрозосполук, які мають мутагенні та канцерогенні властивості. Відповідно, підвищений вміст нітратів асоціюється зі зростанням ризику онкологічних захворювань. Крім того, надлишок азотних сполук сприяє розвитку евтрофікації водойм.

Надходження сульфатів і фосфатів до водосховища переважно пов'язане з діяльністю житлово-комунального господарства прилеглих населених пунктів. Попри наявність нормативів щодо вмісту фосфатів у стічних водах, їх використання у побутових мийних засобах залишається недостатньо регламентованим.

Сульфати разом із хлоридами належать до найбільш поширених забруднювачів водного середовища. Вони потрапляють у воду внаслідок природних процесів – вимивання гірських порід і ґрунтів – а також через окиснення сірковмісних сполук, що надходять зі стічними водами. Підвищений вміст сульфатів може негативно впливати на здоров'я людини, зокрема на органи травлення, а також спричиняти корозію гідротехнічних споруд.

У роботі було проведено аналіз даних моніторингу стану поверхневих вод, їх порівняння з гранично допустимими концентраціями, узагальнення результатів та розроблення рекомендацій щодо покращення якості води.

За результатами дослідження встановлено, що основними забруднювачами вод Кременчуцького водосховища є нітрати, нітрити та фосфати. Їх підвищений вміст чинить негативний вплив на здоров'я населення через потенційну канцерогенну та мутагенну дію, а також стимулює процеси евтрофікації. Оскільки досліджуваний водозабір розташований на значній відстані від промислових центрів, можна припустити, що вирішальну роль у формуванні якості води відіграють забруднення сільськогосподарського походження, зокрема застосування азотних і фосфатних добрив.

За таких умов, сучасні підходи до покращення якості води значною мірою зосереджені на зниженні надходження фосфору, оскільки саме цей елемент вважається ключовим фактором розвитку евтрофікації. Водночас видалення сполук азоту зі стічних вод є більш складним завданням. Для підвищення ефективності очищення вод від фосфору застосовують мінеральні коагулянти, однак існуючі методи очищення мають певні обмеження і не завжди забезпечують достатній рівень видалення біогенних елементів.

Важливо враховувати, що традиційні біологічні методи очищення ефективно видаляють більшість органічних забруднень, але не забезпечують необхідного рівня очищення від сполук азоту, фосфору, а також показників БСК і ХСК відповідно до сучасних вимог.

Література

1. Екологічний паспорт Полтавської області. Департамент екології та природних ресурсів Полтавської обласної державної адміністрації. <http://eco.adm-pl.gov.ua>.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області за 2023 рік. Департамент екології та природних ресурсів Полтавської обласної державної адміністрації.: <http://eco.adm-pl.gov.ua>.

Ключові слова: водосховище, поверхневі води, питний водозабір, Кременчуцьке водосховище, гідрохімічний аналіз, очищення стічних вод

Контактна адреса: Національний університет «Києво-Могилянська академія»,
вул. Григорія Сковороди, 2,
Київ 04070, Україна,
e-mail: goroshkova69@gmail.com

Оцінка впливу міського середовища на стан поверхневих вод р. Дніпро

Лідія ГОРОШКОВА, Іван ТЕСЛЯ

Кафедра екології, Національний університет «Києво-Могилянська академія», УКРАЇНА

В умовах інтенсивної урбанізації та зростання антропогенного навантаження особливої актуальності набуває дослідження впливу міського середовища на стан поверхневих вод великих річкових систем. Річка Дніпро є одним із ключових водних об'єктів України, що забезпечує питне водопостачання, рекреаційні потреби та функціонування промисловості, тому її екологічний стан безпосередньо пов'язаний із рівнем екологічної безпеки країни.

Міське середовище виступає потужним джерелом трансформації гідрохімічного режиму річкових вод через надходження стічних вод, зливого стоку, продуктів урбаністичної діяльності та дифузного забруднення з територій міської забудови. Значний вплив чинять також застарілі системи водовідведення, недостатній рівень очищення стічних вод і зростання навантаження на інфраструктуру в умовах сучасних викликів.

У зв'язку з цим виникає необхідність комплексного дослідження змін якісних показників поверхневих вод р. Дніпро в межах урбанізованих територій, виявлення основних джерел забруднення та оцінки їх впливу на екологічний стан водного об'єкта. Це є важливою передумовою для розроблення ефективних заходів щодо покращення якості води та забезпечення сталого водокористування.

Об'єктом дослідження була річка Дніпро в межах міст Запоріжжя та Херсон. Предмет дослідження – вплив антропогенних факторів промислового та комунального походження на якісні показники поверхневих вод річки Дніпро. Мета дослідження – комплексна оцінка антропогенного навантаження на стан річки Дніпро в районі Запоріжжя та Херсона, виявлення основних джерел і механізмів забруднення та визначення напрямів мінімізації негативних наслідків.

Інформаційна база дослідження – дані лабораторії моніторингу вод БУВР річок Приазов'я та Басейнового управління водних ресурсів нижнього Дніпра, а також наукові публікації, зокрема стаття наукового керівника Горошкової Л. А. з колегами щодо екологічної оцінки та прогнозування стану поверхневих вод р. Дніпро у м. Запоріжжя.

Для Запоріжжя використовувались дані поста р. Дніпро, 328 км, верхній б'єф ДніпроГЕС, питний водозабір міста ДВС №1 (47°81'80" пн. ш., 35°10'00" сх. д.) за 2003–2025 роки. Для Херсона – дві точки спостереження в межах міста: перша за 40 км від міста за 2003–2005 роки, друга в районі гідропарку в центрі міста за 2024–2025 роки.

Досліджувались показники: БСК₅ та розчинений кисень як основні індикатори органічного забруднення і здатності річки до самоочищення; фосфат-іони та амоній-іони як показники біогенного навантаження; сульфат-іони та хлорид-іони як маркери мінерального та промислового забруднення.

Дослідження стану поверхневих вод р. Дніпро в межах міст Запоріжжя та Херсона свідчить про суттєвий вплив урбанізованого середовища та господарської діяльності на якість води, що проявляється у зміні гідрохімічних показників і зростанні рівня антропогенного навантаження.

У межах Запоріжжя визначальним чинником погіршення якості води є вплив промислового комплексу, енергетики та урбанізованого стоку. Фіксується підвищений вміст сполук азоту, фосфатів, важких металів і органічних речовин, що зумовлює зростання

показників біохімічного та хімічного споживання кисню. Це призводить до погіршення кисневого режиму води, зниження біорізноманіття та активізації процесів евтрофікації.

У межах Херсона стан води формується під впливом як міського середовища, так і гідрологічних особливостей нижньої течії Дніпра. Значну роль відіграють сільськогосподарські стоки, комунальні скиди та вторинне забруднення донними відкладами. Відмічається підвищений вміст біогенних елементів, зокрема нітратів і фосфатів, що сприяє розвитку евтрофікаційних процесів і сезонному «цвітінню» води. Крім того, зниження проточності та зміни гідрологічного режиму негативно впливають на процеси самоочищення річки.

Порівняльний аналіз показує, що для обох ділянок характерне перевищення окремих показників над нормативними значеннями, однак природа забруднення має певні відмінності: у Запоріжжі домінує техногенний (промисловий) фактор, тоді як у Херсоні – аграрний та комунальний.

Отримані результати свідчать про необхідність удосконалення систем очищення стічних вод, посилення контролю за скидами забруднюючих речовин, а також впровадження інтегрованих підходів до управління водними ресурсами. Важливим є також розвиток систем моніторингу, що дозволить своєчасно виявляти негативні зміни та мінімізувати екологічні ризики для водних екосистем і населення.

Ключові слова: *поверхневі води, питний водозабір, гідрохімічний аналіз, антропогенне навантаження, промисловість, сільське господарство*

Контактна адреса: Національний університет «Києво-Могилянська академія,
вул. Григорія Сковороди, 2,
Київ 04070, Україна,
e-mail: goroshkova69@gmail.com

Аналіз впливу війни на стан питного водопостачання м. Миколаїв

Лідія ГОРОШКОВА, Софія ТКАЧЕНКО

Кафедра екології, Національний університет «Києво-Могилянська академія», УКРАЇНА

Питне водопостачання є головним елементом забезпечення життєдіяльності населення та будь-якого міста. Під час воєнних дій ця інфраструктура стає однією із найуразливіших складових інфраструктури. У випадку міста Миколаїв водопостачання зазнало критичних наслідків, які поставили життя півмільйонна місцевих жителів під загрозу, що обумовлює підвищену актуальність дослідження.

Об'єктом дослідження була система питного водопостачання м. Миколаїв. Предметом дослідження – вплив війни стан системи питного водопостачання м. Миколаїв. Метою дослідження була оцінка екологічних наслідків війни для системи питного водопостачання м. Миколаїв з метою розробки рекомендацій щодо підвищення її стійкості та безпеки функціонування. Встановлено, що внаслідок бойових дій у квітні 2022 року обстрілами було пошкоджено головну систему централізованого водопостачання міста і в результаті руйнування трубопроводів підключення до центрального водогону стало неможливим. В результаті місту довелося переключитися на альтернативні джерела води, які виявилися менш якісні. До початку бойових дій основним джерелом централізованого водопостачання міста була вода з річки Дніпро, що подавалася через систему магістрального водогону. Однак у 2022 році внаслідок пошкодження критичної інфраструктури було зруйновано ділянки водогону, що призвело до припинення подачі прісної дніпровської води.

У цих умовах місто було змушене перейти на альтернативні джерела водопостачання, зокрема використання води з Дніпровсько-Бузького лиману та підземних вод. Водночас така вода характеризується підвищеною мінералізацією, значним вмістом хлоридів і сульфатів, що суттєво погіршує її органолептичні властивості та обмежує можливість використання для питних потреб без додаткового очищення. Через це централізоване водопостачання у місті тривалий час не відповідало стандартам питної води та використовувалося переважно для технічних потреб.

В умовах дефіциту якісної питної води було організовано підвезення води, встановлення пунктів роздачі очищеної води, а також активне використання локальних систем доочищення та бутильованої води населенням. Значну роль у забезпеченні міста питною водою відіграли гуманітарна допомога та міжнародна підтримка, зокрема у вигляді мобільних станцій очищення води.

Додатковим викликом стала деградація водопровідних мереж через використання мінералізованої води, що спричинило корозію трубопроводів і підвищило ризики вторинного забруднення. Це ускладнює процес відновлення повноцінного водопостачання навіть після стабілізації ситуації. Стан питного водопостачання м. Миколаїв в умовах повномасштабної війни зазнав суттєвих змін і характеризується високим рівнем уразливості та нестабільності.

Таким чином, система питного водопостачання м. Миколаїв в умовах війни функціонує в кризовому режимі, що потребує комплексних рішень, зокрема відновлення магістральних водогонів, модернізації інфраструктури, впровадження сучасних технологій очищення води та підвищення стійкості систем життєзабезпечення до надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: *питне водопостачання, поверхневі води, питний водозабір, гідрохімічний аналіз, стійкість системи водопостачання*

Контактна адреса: Національний університет «Києво-Могилянська академія,
вул. Григорія Сковороди, 2,
Київ 04070, Україна,
e-mail: goroshkova69@gmail.com

Забруднення ґрунтів та земель сільськогосподарського призначення вибухонебезпечними предметами

Валерія ГРИНЬ, Микита МАМАТОВ, Альона БОСЮК, Володимир БАБЕНКО

кафедра хімічної техніки та промислової екології, Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА

Повномасштабне вторгнення Росії, що розпочалося 24 лютого 2022 року, призвело до масштабного забруднення ґрунтового покриву вибухонебезпечними предметами (ВНП). Станом на кінець 2024 року площа потенційно забруднених територій України становить 139 000 км² – це майже чверть усієї країни [1]. З 2022 року до продуктивного використання повернуто 49 415 км² [2], проте масштаб проблеми залишається критичним: 9,85 млн га сільськогосподарських земель у 10 регіонах недоступні для безпечної обробки, що становить майже чверть усіх сільгоспугідь України [3]. Тема є надзвичайно актуальною як для екологічної науки, так і для забезпечення продовольчої безпеки держави.

Забруднення має комплексний характер. Основні типи ВНП: протипіхотні та протитанкові міни, касетні боєприпаси, нерозірвані артилерійські снаряди, авіаційні бомби, уламки FPV-дронів і крилатих ракет. Найбільш уражені області – Харківська, Сумська, Херсонська, Запорізька, Донецька, Луганська та Миколаївська області.

Поряд із механічним пошкодженням ґрунту (вирви від снарядів, ущільнення важкою технікою), вибухи вивільняють токсичні речовини – тротил, гексоген, а корпуси боєприпасів насичують ґрунт важкими металами. Загальний масштаб екологічних збитків від повномасштабної війни перевищує 6 трлн гривень [4].

Забруднення важкими металами та вибуховими речовинами призводить до деградації гумусового шару, втрати природної родючості ґрунтів і порушення біорізноманіття. Токсичні сполуки мігрують у ґрунтові води та можуть накопичуватися в рослинах, що унеможлиблює безпечне вирощування продовольчих культур.

Дослідження, проведене спільно з Міністерством економіки України [5], оцінює щорічні збитки від мінного забруднення в 11,2 млрд доларів США – це 5,6% ВВП України у 2021 році. Мінне забруднення скорочує аграрний експорт на 8,9 млрд дол. щорічно (13,2% від загального експорту 2021 р.). Місцеві бюджети недоотримують понад 1,1 млрд дол. Більш ніж 20% регіонального ВВП втратили Чернігівська, Сумська, Миколаївська та Харківська області [5]. За оцінкою Світового банку, повне розмінування пріоритетних територій потребує 34,6 млрд дол. [5].

Сучасні методи гуманітарного розмінування є ключовим фактором пом'якшення наслідків забруднення земель вибухонебезпечними предметами. Для цього застосовуються комплексні технологічні підходи, зокрема безпілотні літальні апарати (дрони) для аерофотозйомки та дистанційного сканування, спеціалізована механізована техніка та сенсорні системи для виявлення мін і боєприпасів.

Важливу роль відіграє міжнародна підтримка, яка забезпечує фінансування, постачання сучасного обладнання та підготовку персоналу. Через масштаби забруднення

відновлення земель залишається тривалим і ресурсомістким процесом, що вимагає скоординованих комплексних заходів.

Ефективне відновлення сільськогосподарських земель можливе лише за умови застосування стратегій комплексної рекультивації, які інтегрують гуманітарне, технічне та біологічне відновлення, а також системний моніторинг. Основні принципи цього підходу базуються на пріоритетності очищення земель з найвищою агрономічною цінністю, послідовності проведення заходів та адаптації технологій до конкретних умов ґрунту та ступеня забруднення.

До етапів комплексної рекультивації можна віднести:

- Перший етап – гуманітарне розмінування. Пріоритет надається чорноземам та іншим високопродуктивним агроекосистемам. Цей етап включає детонування та вилучення мін, артилерійських снарядів та уламків; локалізацію та нейтралізацію вибухових речовин у ґрунті; створення безпечного простору для подальших робіт [6].

- Технічна рекультивація спрямована на відновлення фізико-механічних властивостей ґрунту: вирівнювання рельєфу та ліквідацію вирв; розпушування ущільненого ґрунту; внесення органо-мінеральних добрив, зокрема біовугілля, яке зменшує токсичність, підвищує буферні та адсорбційні властивості ґрунту [7].

- Біологічна рекультивація реалізується за принципом сумісності агроекологічних систем. Використовуються фітоекстрактивні та фітоіммобілізуючі рослини: соняшник (*Helianthus annuus* L.) та гірчиця (*Sinapis alba* L.) для поглинання важких металів і залишків вибухових речовин; сидерати для збагачення ґрунту органічною масою та активації мікробіологічних процесів [8].

- Завершальний етап – системний моніторинг протягом 3–5 років. Він включає визначення концентрацій шкідливих сполук, аналіз фізико-хімічних і біологічних властивостей ґрунту та коригування технологій [9].

Таким чином, забруднення сільськогосподарських територій вибухонебезпечними предметами є довготривалою еколого-економічною загрозою, оскільки повне очищення може тривати десятиліттями. Водночас застосування комплексного підходу, який поєднує гуманітарне розмінування, технічну й біологічну рекультивацію та системний моніторинг, створює передумови для поступового підвищення продуктивності агроекосистем. За умов належного фінансування та ефективного управління значну частину постраждалих площ можна повернути до господарського використання протягом 10–15 років. Посилення міжнародного співробітництва є ключовою передумовою економічного відродження України та зміцнення її продовольчої безпеки.

Ключові слова: забруднення ґрунтів, розмінування, рекультивація земель, важкі метали, сільськогосподарські землі.

Література

1. Міністерство оборони України. Площа територій України, потенційно забруднених мінами та вибухонебезпечними предметами, зменшилась на 17 000 км² у 2024 році та становить 139 000 км² [Електронний ресурс]. URL: <https://mod.gov.ua/news/ploshha-teritorij-ukrayini-potencijno-zabrudnenih-minami-ta-vibuhonebezpechnimi-predmetami-zmenshilas-na-17-000-km-u-2024-roczj> (дата звернення: 02.04.2026).

2. Міністерство економіки України. Підсумки розмінування – 2024: сапери повернули до використання 17 тис. км² земель [Електронний ресурс]. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail/1ecb6321-2015-4e8a-b3ee-0b3e18ea99bb> (дата звернення: 02.04.2026).
3. Комітет Верховної Ради України з питань аграрної та земельної політики. Розмінування та повернення очищених земель громадам [Електронний ресурс]. URL: https://komagropolit.rada.gov.ua/news/main_news/76225.html (дата звернення: 06.04.2026).
4. Міністерство економіки України. Російська агресія вже спричинила екологічні руйнування в Україні більше 6 трлн гривень [Електронний ресурс]. URL: <https://me.gov.ua/News/Detail/6fab61dd-28e9-4b18-8b22-ef06f10498a2> (дата звернення: 06.04.2026).
5. The Tony Blair Institute for Global Change & Ministry of Economy of Ukraine. From Economic Recovery to Global Food Security: The Urgent Need to Demine Ukraine (September 2024) [Електронний ресурс]. URL: <https://institute.global/insights/geopolitics-and-security/the-urgent-need-to-demine-ukraine> (дата звернення: 12.04.2026).
6. Humanitarian demining in Ukraine. Fondation suisse de déminage, 2025. URL: <https://fsd.ch/en/countries/ukraine/> (дата звернення: 12.04.2026).
7. Камінський В. Ф., Ткаченко М. А., Коломієць Л. П. та інші. Методичні рекомендації щодо відновлення земель сільськогосподарського призначення, порушених внаслідок воєнних дій. Київ, 2023. 84 с. URL: https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2024/03/verstka_hab.pdf (дата звернення: 12.04.2026).
8. Ogungbile P. O. Phytoremediation with sunflower (*Helianthus annuus*) and its capacity for cadmium removal in contaminated soils. 2024. URL: <https://tecnoscientifica.com/journal/tasp/article/view/343/194> (дата звернення: 12.04.2026).
9. Томашівський З. М., Коник Г. С., Періг Г. Т. та інші. Рекультивация порушених земель : монографія (видання друге). Видавництво Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, 2023. 336 с. URL: <https://library.isgkr.com.ua/monografiy/2023/m5/m5.2023.pdf> (дата звернення: 12.04.2026).

Контактна адреса: вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна
e-mail: Alona.Bosiuk@mit.khpi.edu.ua

Збереження водних ресурсів та природи у постконфліктний період

Нікіта ДЕРКАЧОВ, Антоніна САКУН, Сергій КУЛІНІЧ

*кафедра хімічної техніки та промислової екології, Навчально-науковий інститут Механічної інженерії та транспорту,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА*

Військові конфлікти мають серйозний та довгостроковий вплив на природне середовище, особливо на водні ресурси, які є ключовими для життя людей та екосистем. Ураження інфраструктури, руйнування промислових об'єктів та житлових будинків, а також масове переміщення населення призводять до забруднення річок, озер і підземних вод хімічними речовинами, важкими металами, нафтопродуктами та побутовими стоками. Внаслідок цього відбувається порушення природних процесів самоочищення води, деградація водних екосистем і зниження біорізноманіття, що ускладнює природне відновлення довкілля. Збереження водних ресурсів та природних комплексів у постконфліктний період стає однією з найважливіших екологічних задач, адже від цього залежить здоров'я населення, якість питної води та можливість відновлення сільськогосподарських і рекреаційних зон.

Ефективна повоєнна ревіталізація природи передбачає комплексний підхід, який включає моніторинг стану водних ресурсів, очищення стічних вод, відновлення флори і фауни та впровадження сучасних технологій контролю забруднень. Моніторинг води дозволяє оцінити ступінь забруднення та своєчасно виявляти джерела небезпечних речовин, що надходять у водні системи. Очищення стічних вод за допомогою хімічних та біологічних методів, зокрема контролю рН, дозування реагентів і осадження домішок, забезпечує зменшення концентрації токсичних речовин, що є критично важливим для збереження екосистем. Водночас відновлення прибережної та водної флори і фауни сприяє стабілізації екологічного балансу та відновленню природних процесів самоочищення води. Використання інноваційних систем контролю та автоматизації дозволяє оптимізувати процеси очищення і швидше реагувати на зміни в якості води, що особливо важливо у постконфліктних регіонах, де джерела забруднення можуть бути непередбачуваними та розкиданими на великій території.

Ключовим елементом збереження водних ресурсів є також розробка стратегій управління та охорони водних об'єктів. Це включає планування використання води, обмеження скидів шкідливих речовин, відновлення водно-болотних угідь та створення природоохоронних зон. Такий системний підхід забезпечує не лише очищення води, але й довготривалу стабільність екосистем, підвищує їхню стійкість до негативного впливу майбутніх конфліктів чи стихійних катастроф. Водночас інтеграція наукових досліджень, технологічних рішень та екологічної політики дозволяє сформувати комплекс заходів, що враховують соціальні, економічні та природні аспекти повоєнного відновлення.

Реалізація заходів із збереження водних ресурсів та природних комплексів у постконфліктний період має багатоаспектний ефект. Вона дозволяє зменшити ризик вторинного забруднення довкілля, відновити водні екосистеми та забезпечити якість питної води, необхідної для здоров'я населення. Одночасно такі заходи сприяють відновленню біорізноманіття, підтриманню стабільності ґрунтових і прибережних систем, а також створюють умови для сталого розвитку регіонів, постраждалих від військових дій. Збереження водних ресурсів і природи є не лише екологічною, а й соціальною та економічною необхідністю, оскільки відновлені природні системи забезпечують ресурси для життя людей, сільського господарства, промисловості та відпочинку.

Таким чином, збереження та відновлення водних ресурсів у постконфліктний період є комплексним завданням, що поєднує наукові дослідження, технологічні рішення та ефективну екологічну політику. Тільки комплексний та системний підхід дозволяє мінімізувати негативні наслідки війни для довкілля, забезпечити відновлення природних комплексів та створити умови для сталого розвитку регіонів у майбутньому.

Ключові слова: *водні ресурси, постконфліктний період, екологія, ревіталізація природних комплексів, забруднення води*

Контактна адреса: вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна
e-mail: Antonina.Sakun@khpi.edu.ua

Екологічна безпека водних систем у період відновлення

Владислав ЗІНЧЕНКО, Олексій ШЕСТОПАЛОВ, Антоніна САКУН,

кафедра хімічної техніки та промислової екології, Навчально-науковий інститут Механічної інженерії та транспорту, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА

Військові конфлікти призводять до значного забруднення водних ресурсів, руйнування природної інфраструктури та порушення екологічного балансу. Під час таких кризових періодів річки, озера, водосховища та підземні води стають джерелом як хімічного, так і біологічного забруднення, що безпосередньо впливає на здоров'я населення, стан сільського господарства та стабільність екосистем. Відновлення водних систем після конфліктів є критично важливим завданням, оскільки забезпечення екологічної безпеки води є основою для подальшого відновлення природних комплексів, підтримки біорізноманіття та сталого розвитку регіонів.

Екологічна безпека водних систем передбачає комплексний підхід, який включає оцінку стану води та екосистем, впровадження заходів очищення та контролю за забрудненням, відновлення флори і фауни, а також управління водними ресурсами. Моніторинг стану води дозволяє виявляти джерела забруднення, оцінювати рівень шкідливих речовин і визначати пріоритетні напрями втручання. Очищення стічних вод та нейтралізація токсичних домішок є необхідними для зменшення негативного впливу на водні екосистеми, відновлення самоочисних процесів та забезпечення безпечного використання водних ресурсів для населення та промисловості. Використання сучасних технологій, таких як автоматизовані системи контролю параметрів води, дозування реагентів і управління процесами осадження домішок, дозволяє оптимізувати очищення та підвищити ефективність відновлювальних заходів.

Відновлення водних екосистем включає також відновлення прибережної рослинності, озеленення водоохоронних зон, реабілітацію рибного населення та інших водних організмів, що забезпечує стабільність екологічного балансу і відновлення природних процесів самоочищення води. Особливо важливо поєднувати технічні заходи з природоохоронними стратегіями, які враховують соціальні, економічні та природні аспекти відновлення територій після конфліктів.

Комплексне управління водними ресурсами в період відновлення включає розробку планів охорони водних об'єктів, створення природоохоронних зон, контроль за скидами забруднюючих речовин та забезпечення стійкого використання води для різних потреб. Такі заходи дозволяють не лише відновити якість води, але й забезпечити довготривалу екологічну стійкість екосистем, підвищити рівень біорізноманіття та створити умови для сталого розвитку постраждалих регіонів.

Таким чином, екологічна безпека водних систем у період відновлення є комплексним завданням, що поєднує наукові дослідження, технологічні рішення та ефективну екологічну політику. Тільки системний підхід дозволяє мінімізувати негативні наслідки конфліктів, забезпечити відновлення природних комплексів та створити передумови для сталого розвитку регіонів у майбутньому. Забезпечення безпечного стану водних ресурсів є не лише екологічним, а й соціально-економічним пріоритетом для стабілізації та відновлення суспільства після кризових ситуацій.

Ключові слова: водні системи, екологічна безпека, відновлення довкілля, стічні води, забруднення води, очищення води

Контактна адреса: вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна
e-mail: Antonina.Sakun@khpі.edu.ua

Оцінка впливу акустичного навантаження від автономних джерел живлення на етологічні показники *Corvus Cornix* в умовах урбоценозу

Катерина ЛЕСЕЧКО, Віктор КАРАМУШКА

Національний університет «Києво-Могилянська академія», УКРАЇНА

Сучасна енергетична криза через воєнні дії в Україні призвели до появи нових антропогенних стресорів в урбанізованому середовищі. Одним із найбільш дестабілізуючих факторів є безперервний низькочастотний шум від автономних джерел живлення (генераторів). Для птахів синурбістів, зокрема родини Воронових (*Corvidae*), такий шум створює ефект «акустичного маскування», перебиваючи їхній комунікативний діапазон, що базується на низьких частотах із піком чутливості близько 1000 Гц.

Метою роботи є дослідження поведінкових реакцій ворони сірої (*Corvus cornix*) у відповідь на точкове шумове забруднення за допомогою рангового етологічного оцінювання.

Дослідження проводилося у грудні 2025 року у форматі пілотного кейс-стаді (*pilot case study*) на рудеральній ділянці Подільського району м. Києва (вул. С. Данченка; 50.4979396, 30.4383094). Об'єктом спостереження слугувала стабільна фокусна група *C. cornix* із 8 особин. Для оцінки шумового забруднення використовувався мобільний аналізатор з програмним додатком NIOSH SLM. Поведінкові зміни фіксувалися методом суцільного спостереження за дизайном «Before-After». Застосовувалося рангове оцінювання (за шкалою 1-5 балів) за трьома параметрами: дистанція втечі (FID), рівень пильності та трофічна стратегія. Статистична обробка даних здійснювалася в R Studio із застосуванням непараметричного парного тесту Вілкоксона (*Wilcoxon signed-rank test*).

Інструментальний моніторинг зафіксував зростання еквівалентного рівня шуму (LAeq) з 66.6 дБ (контроль) до 82.4 дБ (робота генераторів). При цьому пікові значення (LCpeak) сягали 104.6 дБ, що відповідає критичному акустичному навантаженню для птахів.

Статистичний аналіз результатів підтвердив альтернативну гіпотезу дослідження: вплив шуму на поведінку птахів є достовірним ($V = 0$, рівень значущості, розрахований за допомогою парного критерію Вілкоксона, $p = 0,035$ (рис.1).

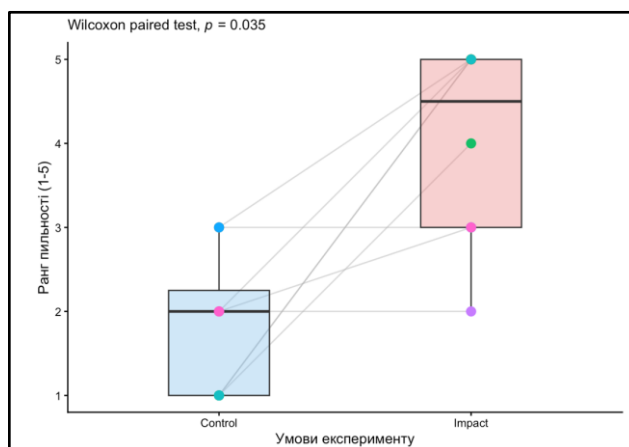


Рис. 1. Рівень пильності сірих ворон (*Corvus cornix*) за умов відсутності шумового забруднення та присутності впливу ($N = 8$). Центральна лінія бокс-плоту відповідає медіані. Кольорові точки позначають індивідуальні показники окремих особин, демонструючи, як кожна окрема особина змінила свій рівень пильності.

Медіана рангу пильності зросла з 2 до 4.5. Птахи демонстрували виражену зміну в поведінці: тривалість пошуку та споживання корму скоротилася на користь гіперпильності та тактики «вхопив-сховав», що свідчить про домінування стресової реакції над життєзабезпечуючими патернами поведінки.

Автономні джерела живлення є потужним екологічним стресором, що викликає достовірний поведінковий зсув у популяції *Corvus cornix* навіть за умов їхньої високої синурбічної адаптивності. Отримані результати підкреслюють необхідність подальшого моніторингу акустичного благополуччя міських екосистем у повоєнний період.

Ключові слова: *Corvus cornix*, шумове забруднення, адаптація, вплив війни.

Література.

- 1.Amjad R., Ruby T., Ali K., et al. Exploring the effects of noise pollution on physiology and ptilochronology of birds. *PLOS ONE*. 2024. Vol. 19, no. 6. Art. no. e0305091. DOI: 10.1371/journal.pone.0305091.
- 2.Benmazouz I., Jokimäki J., Lengyel S., et al. Corvids in Urban Environments: A Systematic Global Literature Review. *Animals*. 2021. Vol. 11, no. 11. Art. no. 3226. DOI: 10.3390/ani11113226.
- 3.Engel M. S., Young R. J., Davies W. J. et al. A Systematic Review of Anthropogenic Noise Impact on Avian Species. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2024. Vol. 262. Art. no. 14. DOI: 10.1007/s40726-024-00329-3.
- 4.Engel M. S., Young R. J., Davies W. J. et al. Defining Mechanistic Pathways for Anthropogenic Noise Impact on Avian Species. *Current Pollution Reports*. 2024. Vol. 10. P. 209–224. DOI: 10.1007/s40726-024-00303-z

Контактна адреса: вул. Г. Сковороди 2, м. Київ, Україна

e-mail: k.lesechko@ukma.edu.ua

Методологія Living lab у системі повоєнного відновлення міського середовища

Гліб ПАРШУКОВ, Аліна ГРЕЧКО

*кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

Сучасна світова урбаністика зазнає фундаментальної трансформації, переходячи від традиційних «сірих» інженерних підходів до природоорієнтованих рішень. Зелена інфраструктура сьогодні визначається не як елемент декоративного благоустрою, а як стратегічна мережа природних територій, що надає широкий спектр екосистемних послуг. Для України, яка наразі перебуває у стані екзистенційного виклику, де питання екологічної безпеки та міського комфорту часто відсуваються на периферію державних пріоритетів, концепція зелено-блакитної інфраструктури (ЗБІ) стає фундаментальною основою економічної стійкості та національної безпеки. Об'єкти ЗБІ такі як парки, заплави річок та водно-болотні угіддя, трансформуються у критично важливі системи міської життєздатності, що регулюють кліматичні ризики та формують безпечне середовище життя людини [1, 2].

Особливого значення ЗБІ набуває для прифронтових міст, де масовані обстріли постійно руйнують критичні комунікації. У ситуаціях пошкодження систем водопостачання, природні дренажні системи (дощові сади, біодренажні канави) здатні виконувати функцію децентралізованого управління зливовими водами, знімаючи навантаження з пошкоджених мереж. Окрім управління водним циклом, розвинена мережа ЗБІ працює як природний біофільтр, очищуючи міське повітря від специфічного пилу та продуктів горіння, що виникають внаслідок детонацій снарядів. Таким чином, відновлення природних зон забезпечує не лише екологічну, а й техногенну стійкість громад, створюючи автономний каркас життєзабезпечення там, де централізовані системи залишаються вразливими [3, 4].

За даними звіту ЮНІДО, збитки довкіллю України вже перевищили 52 млрд євро, причому значна частина впливу припадає на промислові хаби, зокрема Харківщину, яка до війни забезпечувала 5,9% доданої вартості переробної промисловості країни. Економічна доцільність таких інвестицій у зелене відновлення підтверджується даними Світового банку: де кожен долар, вкладений у таку інфраструктуру, повертається щонайменше втричі через зниження витрат на охорону здоров'я та підвищення капіталізації територій [1]. Проте результати Конференції з відновлення України (URC 2025) вказують на ризиковану тенденцію домінування короткострокового прагматизму над екологічними стандартами. Концентрація екологічних та економічних портфелів в одному «супер міністерстві» та політика дерегуляції створюють загрози зниження планки екологічної відповідальності. За таких умов залучення експертного наукового середовища до моніторингу проєктів є єдиним механізмом забезпечення реальної стійкості міст [4,5].

Наразі ініціативи з відновлення, що реалізуються в межах Програми відновлення України III за підтримки ЄІБ (транш 100 млн євро), мають переважно інженерно-

економічну спрямованість. Зокрема, проекти на Харківщині з відновлення гідровузла у Печенізькій громаді та реконструкція водопроводів у Балаклійській і Слобожанській громадах орієнтовані на невідкладну стабілізацію інфраструктури [6]. Втім, у парадигмі ЗБІ ці об'єкти слід розглядати не як завершені рішення, а як стратегічний фундамент для розгортання повноцінної екосистемної мережі.

Трансформація суто технічних вузлів у багатофункціональні елементи ЗБІ може реалізуватися через методологію Living Lab («Жива лабораторія»). Цей підхід базується на синтезі ландшафтного планування, дендрохронології, ГІС-моделювання та кількісної оцінки екосистемних послуг. Жива лабораторія в реальному часі демонструє, як природоорієнтовані рішення очищують воду, регулюють мікроклімат та сприяють психологічній реабілітації населення. Сформований за результатами роботи пакет документів (методики, ГІС-карти, проєктні рішення) передається органам місцевого самоврядування. Це дозволяє масштабувати локальний досвід до рівня загальноміської стратегії, перетворюючи економічно необхідний ремонт на екологічно стійку систему [7,8].

Ключові слова: *зелено-блакитна інфраструктура, Living Lab, екосистемні послуги, прифронтові міста, сталий розвиток, природоорієнтовані рішення, екологічна безпека.*

Література:

1. Блакитно-зелені простори: між війною, кліматом і Європою. Віднова. URL: <https://vidnova.info/blue-green-spaces-zp.html> (дата звернення: 16.03.2026)
2. Green infrastructure. Environment. URL: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en (дата звернення: 14.03.2026)
3. Mell I., Scott A. Definitions and context of blue-green infrastructure. URL: <https://www.mainstreaminggreeninfrastructure.com/reports/BGI%20Chapter%201.pdf> (дата звернення: 16.03.2026)
4. Програма зеленого відновлення промисловості. Україна. 2024–2028 / Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку (ЮНІДО). Відень : ЮНІДО , 2024. 65 с. URL: <https://share.google/wtUknfx5P4wJZ8IFJ> (дата звернення: 16.03.2026)
5. Форбругг А., Копиця С. Відновити краще, ніж було? П'ятдесят відтінків зеленого на Конференції з відновлення України 2025. UWEC Work Group. 2025. URL: <https://uwecworkgroup.info/uk/building-back-better-fifty-shades-of-green-at-the-ukraine-recovery-conference-2025/> (дата звернення: 16.03.2026)
6. Кабмін схвалив нові 23 проєкти щодо відновлення інфраструктури України. Економічна правда. 2024. URL: <https://epravda.com.ua/infrastruktura/kabmin-shvaliv-novi-23-proyekti-shchodo-vidnovlennya-infrastrukturi-ukrajini-817529/> (дата звернення: 15.03.2026)
7. Urban Living Labs Handbook / Sustainable City. Scribd, 2017. URL: <https://www.scribd.com/document/455913035/Urban-Living-Labs-Handbook-pdf> (дата звернення: 14.03.2026)
8. The Urban Living Lab Way of Working Handbook. Amsterdam : AMS Institute, 2021. URL: https://www.ams-institute.org/documents/133/AMS2501_AMS-LLWOW-Handbook_21x24_21_SCREEN-HR.pdf (дата звернення: 14.03.2026)

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: parshukov.a18@gmail.com, a.a.hrechko@karazin.ua

Комплексний електрофізичний підхід до діагностики стану техногенно порушених ґрунтів та оптимізації процесів їх відновлення

Інна ПІТАК, Кіріл СЕБКО,

*¹кафедра хімічної техніки та промислової екології, Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА*

Значне техногенне навантаження, зумовлене військовими діями, призводить до глибоких і різноспрямованих змін у ґрунтовому покриві. Ударні хвилі, високі температури, потрапляння продуктів детонації та згоряння, а також металевих уламків спричиняють порушення природної структури ґрунту, трансформацію його хімічного складу та накопичення токсичних компонентів. Такі процеси супроводжуються змінами електрофізичних параметрів і кислотно-лужного стану, що ускладнює достовірну оцінку стану ґрунтового середовища традиційними підходами. У зв'язку з цим особливого значення набуває підхід, заснований на одночасному аналізі кількох взаємопов'язаних параметрів ґрунту. Багатопараметровий контроль дозволяє враховувати комплекс змін, що відбуваються в ґрунтовому середовищі, та забезпечує більш точне визначення рівня його деградації. Такий підхід є необхідним для обґрунтованого вибору методів очищення, оскільки ефективність технологій рекультивації безпосередньо залежить від повноти інформації про фізико-хімічний стан ґрунту.

Одним із найбільш ефективних засобів реалізації комплексного контролю є імпедансний аналіз, який дає змогу визначати характеристики ґрунту шляхом вимірювання його електричних властивостей у широкому частотному діапазоні. Цей метод дозволяє отримувати інформацію про стан ґрунту без порушення його природної структури та одночасно оцінювати декілька параметрів, що є критично важливими для подальшого аналізу та вибору ефективних способів очищення.

Питома електропровідність ґрунту може бути визначена за виразом:

$$\sigma = \frac{1}{\rho},$$

де ρ – питомий електричний опір середовища.

Комплексна діелектрична проникність описується співвідношенням:

$$\varepsilon^* = \varepsilon_0(\varepsilon_r - j\delta),$$

де ε_0 – електрична стала, ε_r – відносна діелектрична проникність, δ – коефіцієнт втрат.

Коефіцієнт діелектричних втрат визначається як:

$$\tan \delta = \frac{P_{\text{вт}}}{P_{\text{нак}}}$$

де $P_{\text{вт}}$ – потужність втрат, $P_{\text{нак}}$ – накопичена енергія.

Зазначені параметри відображають іонну активність ґрунтового розчину, вміст вологи, концентрацію розчинених солей та ступінь структурних змін у поровому просторі. Зміна електропровідності свідчить про накопичення іонів важких металів та інших забруднювачів, тоді як діелектричні характеристики дозволяють оцінити водний режим і стан дисперсної фази ґрунту.

Енергетична добротність системи може бути представлена у вигляді:

$$Q = \frac{\omega \times W}{P},$$

де ω – кутова частота, W – запасена енергія, P – потужність втрат.

Параметр добротності характеризує співвідношення між накопиченням та розсіюванням енергії у ґрунтовій системі, що є важливим для оцінки її структурної цілісності та ступеня деградації.

Для узагальненої оцінки стану ґрунту використовується інтегральний показник:

$$X_{\text{INT}} = b + b_{1\sigma} + b_2 pH + b_3 \tan \delta + b_4 Q,$$

який враховує взаємозв'язок між основними електрохімічними та фізико-механічними характеристиками. Використання такого показника дозволяє кількісно оцінити ступінь деградації ґрунту та прогнозувати ефективність подальших методів очищення.

Застосування багатопараметрового імпедансного контролю створює можливість не лише діагностики стану ґрунтів, але й оптимізації технологій їх очищення. Зокрема, на основі отриманих параметрів можна визначати доцільність застосування методу вилуговування, підбирати склад реагентів, прогнозувати швидкість масопереносу та ступінь вилучення забруднюючих речовин.

Таким чином, імпедансний метод у поєднанні з багатопараметровим підходом є ефективним інструментом оцінки екологічних збитків ґрунтів та науковою основою для підвищення ефективності їх очищення в умовах техногенного навантаження.

Ключові слова: імпедансний аналіз, деградація ґрунтів, електропровідність, діелектрична проникність, техногенне навантаження, рекультивація, забруднення ґрунту.

Література

1. Байрачний В. Б., Самойленко Н. М., Пітак І. В. Сталий розвиток міст : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 188 с.
2. Маєвський С. М. Фазовимірювальні системи неруйнівного контролю [Електронний ресурс] : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 288 с.

Контактна адреса: 61002, Україна, м. Харків, вул. Кирпичова, 2
e-mail : Inna.Pitak@khpi.edu.ua, Kiril.Sebko@mit.khpi.edu.ua

Вплив відходів руйнації на стан ґрунтів урбанізованих територій

Тетяна ТИХОМИРОВА, Володимир БАЙРАЧНИЙ

*кафедра хімічної техніки та промислової екології
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА*

Ґрунти урбанізованих територій характеризуються середнім або високим ступенем деградації, що викликано комплексною дією антропогенних факторів. Негативний вплив викидів автотранспорту, зміна гідрологічного режиму – надмірне або не достатнє зволоження, штучне асфальтове покриття, локальний розлив нафтопродукті не тільки поблизу СТО та АЗС, а також поблизу житлових будинків, висадка інвазійних видів рослин на прибудинкових та паркових територіях призводять до значної втрати родючості ґрунтів та виснаження. Щорічна сезонна виїмка з поверхні ґрунтів джерела біогенних елементів – листя дерев та косовиця трав'янистих рослин – не дозволяють запустити процеси природнього відновлення ґрунтів.

Додатковим несприятливим фактором, який впливає на родючість ґрунтів, є побутове та будівельне сміття, що потрапляє на поверхню ґрунтів та залишається там навіть після прибирання [1]. Прибудинкові території є важливим елементом благоустрою, а також сприяють покращенню мікроклімату й створюють візуальне розвантаження для мешканців урбанізованих територій, а отже є важливим елементом сталого розвитку міст [2]. Під час повномасштабного вторгнення для прифронтових міст, зокрема м. Харків, посилюється негативний вплив на ґрунти від потрапляння сміття, яке пов'язане з руйнуванням житлових та інфраструктурних об'єктів внаслідок дії вибухових речовин, які містяться у БПЛА різного типу та ракетах. При руйнуванні житлових будинків та будівель різного призначення у ґрунти потрапляє суміш часток різного розміру, яка складається переважно з неорганічних мінеральних компонентів – бетону, цегли, скла, металу залізобетонних конструкцій, т.з. відходи руйнації.

Ліквідація наслідків руйнування відбувається в декілька етапів: спочатку ліквідуються осередки пожеж та проводиться евакуація людей, потім починається розбір завалів та вивіз великогабаритного сміття, останнім етапом є механічне прибирання дрібного сміття з територій навколо зруйнованого об'єкту. Механічне прибирання здійснюється за допомогою різноманітних приладів типу мітла, що зумовлює особливості процесу – з умовно гладких, не пористих поверхонь навіть дрібне сміття локалізується та прибирається добре, а з поверхні ґрунту – навпаки, дрібні частинки неорганічного походження вдавлюються у ґрунт.

У даній роботі було досліджено загальну динаміку вмісту часток скла у ґрунтах прибудинкових територій м. Харків впродовж 4 років повномасштабного вторгнення (табл.1). Зразки відбирались на прибудинкових територіях (клумбах) на відстані не більше 10 метрів від об'єкта, що постраждав частково – вибиті вікна та відсутність руйнування залізобетонних конструкцій, три паралельних досліди на кожне вимірювання.

Загальний вміст скла у ґрунтах після часткового руйнування будинків збільшується у 3,3 рази у порівнянні з ґрунтами, які не зазнали аналогічного впливу.

Таблиця 1

Кількість часток скла у 1 дм³ ґрунту

Характеристика місця відбору	Кількість скла, мас. %
Через 1 місяць після часткового руйнування, на глибині - 1 см - 10 см	17,2 3,1
Через 6 місяців після часткового руйнування, на глибині - 1 см - 10 см	15,4 4,8
Через 12 місяців після часткового руйнування, на глибині - 1 см - 10 см	12,6 6,7
Через 24 місяців після часткового руйнування, на глибині - 1 см - 10 см	11,6 9,2
Контрольний зразок у місцях без зафіксованих руйнувань внаслідок військових дій - 1 см - 10 см	5,2 1,4

Проведені дослідження показали вертикальний характер міграції часток скла різного розміру – збільшення в три рази відсотку скла на глибині 10 см через 24 місяці після часткового руйнування житлових будинків. Причинами такої міграції є як природні, так й антропогенні фактори, а саме:

1) природні фактори – дія сили тяжіння, яка посилюється додатковими факторами зволоження ґрунтів та спрощення у вологому ґрунті процесу вертикального переміщення скла;

2) антропогенними – механічна дія на ґрунти під час перекопування ґрунтів при проведенні благоустрою території (висадки нових рослин замість пошкоджених, висадка однорічних трав'янистих рослин) без вилучення часток скла, особливо малого розміру (до 1 мм) призводить до їх проникнення вглибину з поверхневих шарів ґрунту.

Збільшення вмісту скла у ґрунтах має комплексний негативний вплив на них, який проявляється у наступному:

1) порушення водно-повітряного балансу – скло не вбирає і не утримує вологу, а також не має мікропор для життя бактерій. Значна концентрація скла зменшує загальну вологоємність ґрунту та порушує природну циркуляцію повітря, роблячи його більш сухим та вразливим до ерозії;

2) зміна теплового режиму – скло має іншу теплопровідність і теплоємність порівняно з природними ґрунтовими частинками. На сильно забруднених ділянках (особливо у верхніх шарах) це може спричиняти локальні перегріву або переохолодження, що є стресом для насіння та мікробіому;

3) механічна перешкода для коріння – уламки скла створюють непроникні бар'єри в ґрунтовому профілі. Коріння рослин витрачає додаткову енергію на обхід цих перешкод, деформується, гірше засвоює поживні речовини, що призводить до пригнічення росту;

4) травмування ґрунтової фауни – гострі краї розбитого скла фізично травмують ґрунтоутворюючих організмів, насамперед дощових черв'яків та комах, які притаманні ґрунтам навіть урбанізованих територій. Це призводить до зменшення їхньої популяції, що своєю чергою зменшує швидкість накопичення гумусу.

У довгостроковій перспективі можна передбачити повільне забруднення ґрунтів токсичними елементами, які містяться у сучасному склі – свинець, барій тощо, які відсутні

у кварцовому склі. Тобто сучасне скло не є нейтральним компонентом з точки зору вивільнення токсичних елементів та з часом може стати локальним джерелом збільшення концентрації свинцю, барію у ґрунтах.

Подальші дослідження будуть зосереджені на визначенні залежності швидкості вертикальної міграції скла в залежності від розміру часток та типу ґрунтів, а також визначенні рослин, кореневі системи яких є найбільш стійкими в умовах сильного забруднення уламками скла для розробки рекомендацій щодо їх використання при благоустрою прибудинкових територій в умовах повномасштабного вторгнення та потенційного збільшення часток скла у ґрунтах.

Література

1. Тихомирова Т. С. Титаренко А. І., Косенкова І. Д. Оцінка впливу на стан ґрунтів урбанізованих територій дрібних об'єктів комбінованого складу. *Екологічні науки*. 2024. № 2 (53). С. 105–110.
2. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. Київ : Мінрегіон України, 2019. 179 с.

Ключові слова: *ґрунти, відходи руйнації, урбанізовані території, сталий розвиток*

Контактна адреса: вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна
e-mail: Tetiana.Tykhomyrova@khpi.edu.ua

Секція 2. Проблеми та перспективи розвитку заповідної справи у Україні і світі в умовах глобальних кліматичних змін.

Міжнародно-правовий режим охорони біорізноманіття згідно з Бернською конвенцією 1979 року

Олена ГОЛОЛОБОВА, Анастасія ВАСЮТА

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі (Бернська конвенція) була прийнята 19 вересня 1979 року. Її основна мета полягає у збереженні дикої флори і фауни та їхніх природних середовищ існування, насамперед тих видів і оселищ, збереження яких вимагає тісної співпраці кількох держав. Для досягнення цієї мети та встановлення чітких міжнародно-правових режимів охорони, Конвенція містить чотири невід'ємні Додатки, які диференціюють рівні захисту залежно від статусу видів [1].

Критерії включення видів до Додатків I, II та III базуються на ступені загрози їхньому існуванню та їхній загальноєвропейській екологічній цінності, зокрема, до Додатків I та II (сувора охорона флори та фауни) включаються види, яким загрожує зникнення і які є вразливими. Особлива увага приділяється ендемічним видам та тим, для збереження яких необхідна тісна співпраця кількох європейських держав. Для цих видів суворо забороняється будь-яке навмисне збирання чи викорчовування (для флори), а також навмисний відлов, утримання, вбивство, пошкодження або знищення місць розмноження чи відпочинку (для фауни) [1, 2].

Натомість до Додатка III (регульована охорона) належать види дикої фауни, які наразі не знаходяться під прямою загрозою зникнення, але мають високу екологічну та економічну цінність. Їх експлуатація, зокрема полювання чи рибальство, дозволена, але має суворо регулюватися державою. Це досягається через встановлення квот на добування, визначення сезонів полювання та заборону турбування тварин у період розмноження, щоб уникнути зменшення їхніх популяцій до критичного рівня [1, 2].

Структурно-функціональний аналіз режимів охорони Бернської конвенції наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

Структурно-функціональний аналіз Бернської конвенції

Параметр аналізу	Характеристика та правовий зміст	Екологічне значення
Об'єкт охорони	Дика флора і фауна та їхні природні середовища існування в Європі та деяких державах Африки.	Збереження біологічного різноманіття, екосистемних послуг, підтримання екологічної рівноваги європейського континенту.
Додаток I (Strictly protected flora)	Види дикої флори, що підлягають суворій охороні (заборонено навмисне зривання, збирання, зрізання, викорчовування).	Збереження рідкісних, ендемічних і зникаючих видів рослин, збереження фітогенофонду Європи.
Додаток II (Strictly protected fauna)	Види дикої фауни, що підлягають суворій охороні (заборонено відлов, утримання, вбивство, руйнування оселищ і гнізд).	Підтримка життєздатності популяцій вразливих видів тварин, охорона їхніх міграційних шляхів та місць розмноження.

Додаток III (Protected fauna)	Види тварин, експлуатація яких дозволена, але має бути регламентована законодавством для недопущення зменшення популяцій.	Забезпечення раціонального та сталого природокористування без загрози виживанню видів (гуманне мисливство, рибальство).
Додаток IV (Prohibited methods)	Заборонені неселективні знаряддя і методи добування, відлову та вбивства (отрути, пастки, автоматична зброя тощо).	Запобігання масовому знищенню тварин, гуманізація поводження з фауною, запобігання надмірному тиску на популяції.
Мережа Emerald (Смарагдова мережа)	Мережа Територій особливого природоохоронного значення (ASCI), створюється державами-сторонами Конвенції поза межами ЄС.	Формування єдиного екологічного каркаса Європи для міграції та збереження видів фауни і флори в межах цілих екосистем.
Зобов'язання України	Імплементація вимог Конвенції у національне законодавство, збереження оселищ, проектування та підтримка Смарагдової мережі.	Інтеграція природоохоронної системи України в європейську екологічну політику, збереження унікального біорізноманіття регіону.

Згідно зі статтею 4 Конвенції, кожна Договірна Сторона бере на себе зобов'язання вживати відповідних законодавчих та адміністративних заходів для забезпечення суворої охорони природних середовищ існування диких видів флори та фауни. Держави зобов'язані враховувати питання охорони оселищ під час розробки політики планування та розвитку територій, щоб уникнути їх погіршення. Головним керівним та контролюючим органом, який стежить за виконанням Конвенції, є Постійний комітет Бернської конвенції. Цей орган розглядає дворічні звіти держав щодо винятків із Конвенції. Важливим інструментом контролю є унікальний механізм «відкриття справ», завдяки якому будь-яка організація чи громадянин може подати скаргу до Комітету на порушення державою вимог Конвенції або знищення цінних оселищ [1].

Практичним втіленням Конвенції є створення Смарагдової мережі (Emerald Network). Процес формування територій особливого природоохоронного значення (ASCI) відбувається у три послідовні етапи:

1. Національна інвентаризація та оцінка (Фаза I): включає виявлення потенційних територій, що відповідають екологічним критеріям, та заповнення Стандартних форм даних (SDF) на основі переліку видів і оселищ (біотопів), визначених у Резолюціях № 4 та № 6. На цьому етапі територія отримує статус «кандидата» (potential ASCI).

2. Біогеографічна оцінка та верифікація (Фаза II): аналіз репрезентативності запропонованих територій незалежними експертами на спеціальних біогеографічних семінарах. Метою є оцінка достатності цих об'єктів для виживання видів у межах конкретного біогеографічного регіону.

3. Міжнародне затвердження та офіційне визначення (Фаза III): схвалення списку територій Постійним комітетом Бернської конвенції на міжнародному рівні. Після цього держава бере на себе зобов'язання щодо забезпечення належного управління та моніторингу статусу збереження цих територій [3].

Україна ратифікувала Бернську конвенцію у 1996 році [4], і з того часу було проведено масштабну роботу з оновлення законодавства. Проте повної адаптації до європейських вимог досі не відбулося.

Пріоритетним завданням залишається завершення законодавчого закріплення статусу Смарагдової мережі в Україні. Хоча наразі профільний законопроект «Про території Смарагдової мережі» № 4461 перебуває на стадії доопрацювання та підготовки до прийняття, його відсутність у формі чинного закону обмежує можливості впровадження планів управління для об'єктів ASCI. Проте, у межах виконання Угоди про асоціацію з ЄС,

Україна вже інтегрує вимоги щодо збереження цих територій через процедури ОВД та СЕО, що створює передумови для належного юридичного захисту Смарагдової мережі на рівні територіальних громад.

Таким чином, Бернська конвенція 1979 року є дієвим міжнародно-правовим інструментом збереження біорізноманіття в Європі. Її механізм успішно поєднує сувору охорону вразливих видів (Додатки I, II), раціональне використання інших цінних видів (Додаток III) та сувору заборону неселективних методів добування тварин (Додаток IV). Основним практичним інструментом реалізації Конвенції є Смарагдова мережа (Emerald Network) – єдиний екологічний каркас для збереження природних оселищ у країнах поза межами ЄС. Для України повноцінне впровадження її вимог наразі потребує ухвалення профільного законодавства, що дозволить інтегрувати національну систему природно-заповідного фонду в загальноєвропейську екологічну мережу.

Ключові слова: *Бернська конвенція, біорізноманіття, Смарагдова мережа (Emerald Network), природні оселища, охорона флори та фауни, міжнародно-правовий режим, природно-заповідний фонд України, екологічна мережа, Natura 2000.*

Література.

1. Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі від 19.09.1979 р. Офіційний вісник України. 2007. № 83. С. 138. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_032#Text (дата звернення: 07.04.2026).
2. Тлумачний посібник оселищ Резолюції №4 Бернської конвенції, що знаходяться під загрозою і потребують спеціальних заходів охорони. Перша версія адаптованого неофіційного перекладу з англійської (третього проекту офіційної версії 2015 року) / А. Куземко, С. Садогурська, О. Василюк. Київ, 2017. 124 с.
3. Василюк О., Борисенко К., Куземко А., Марущак О., Тестов П., Гриник Є. Проектування і збереження територій мережі Емеральд (Смарагдової мережі). Методичні матеріали / Кол. авт., під ред. Куземко А. А., Борисенко К. А. Київ: «LAT & K», 2019. 78 с.
4. Про приєднання України до Конвенції 1979 року про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі : Закон України від 29.10.1996 р. № 436/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436/96-%D0%B2%D1%80#Text>

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: Vasuta08@icloud.com

Рекреаційна ємність національних природних парків Карпат з домінуючими гірськими лісами

Єлизавета КОРОТЕЦЬКА, Надія МАКСИМЕНКО

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Гірські ліси Карпат є одним із найцінніших природних комплексів України: понад 1,5 млн га, значна частина з яких - унікальні буково-ялищеві праліси, визнані об'єктами Світової спадщини ЮНЕСКО [1]. Вони забезпечують збереження понад 1200 видів рослин (з них близько 150 реліктових та ендемічних) і відіграють ключову роль у підтримці біорізноманіття регіону [2]. Водночас швидке зростання рекреаційного навантаження та кліматичні зміни створюють реальну загрозу деградації цих чутливих екосистем. Саме тому оцінка рекреаційної ємності національних природних парків набуває не лише екологічного, а й освітнього значення: вона стає науковою основою для розробки програм формальної освіти (університетські курси, практики, дипломні дослідження) та неформальної просвіти (екологічні стежки, інтерактивні маршрути, просвітницькі заходи для відвідувачів), а також інструментом моніторингу стану довкілля в заповідній справі.

Дослідження присвячене чотирьом НПП Карпат з домінуванням гірських лісів (70-90% території): Карпатський НПП, НПП «Сколівські Бескиди», НПП «Синевир» та Ужанський НПП [3]. Цей вибір зумовлений їхньою популярністю (рейтинги TripAdvisor 4.5+), репрезентативністю для Карпат та домінуванням гірських лісів [4].

Розрахунок рекреаційної ємності об'єктів ПЗФ Карпат базується на нормах допустимого навантаження - максимальній кількості відвідувачів, яка не шкодить природі, особливо чутливим гірським лісам. Ємність рахується окремо по сезонах за формулою:

$$Vi = \frac{Ni \cdot Si \cdot Ci}{Di}$$

де:

Ni - норма навантаження (ос./км²): 100 для зони регульованої рекреації 5000 для зони стаціонарної рекреації.

Si - площа зони в км² (перерахунок з га: Si = Si_га / 100).

Ci - тривалість сезону в добах (90 діб для літньо-осіннього періоду, як основний туристичний сезон у Карпатах).

Di - середня тривалість перебування (1 день для денних туристів, що є стандартним для розрахунку сумарної ємності).

Таблиця 1

Розрахунок рекреаційної ємності Карпатського НПП [5]

Зона	Si (га)	Si (км²)	Ni(ос./км²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульованої рекреації	25 964	259,642	100	90	1	25 964	2 336 760	2 336 760
Стаціонарної рекреації	96	0,962	5000	90	1	4 810	432 900	432 900
Загалом	50 495	504,95						2 769 660

Таблиця 2

Розрахунок рекреаційної ємності НПП "Сколівські Бескиди" [6]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульованої рекреації	6973	69,73	100	90	1	6973	627,570	627,570
Стаціонарної рекреації	336	3,36	5000	90	1	16,800	1,512,000	1,512,000
Загалом	7309	73,09						2 139 570

Таблиця 3

Розрахунок рекреаційної ємності НПП "Синевир" [7]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульованої рекреації	21 377	213,77	100	90	1	21 377	1 923 930	1 923 930
Стаціонарної рекреації	8	0,08	5000	90	1	400	36 000	36 000
Загалом	40 400	404,00						1 959 930

Таблиця 4

Розрахунок рекреаційної ємності Ужанського НПП [8]

Зона	Si (га)	Si (км ²)	Ni(ос./км ²)	Ci (діб)	Di (дні)	Ni×Si	×Ci	Vi (осіб)
Регульованої рекреації	5 146	51,46	100	90	1	5 146	463 140	463 140
Стаціонарної рекреації	45	0,45	5000	90	1	2 250	202 500	202 500
Загалом	39 159	391,59						665 640

Розрахована рекреаційна ємність популярних НПП Карпат свідчить про суттєвий резерв для сталого туризму в гірських лісах, перевищуючи 7,5 млн осіб/сезон без шкоди для екосистем, з домінуванням регульованих зон (70% Vi, 5,35 млн осіб).

Порівняльний аналіз рекреаційної ємності та специфіки використання НПП підкреслює їхню диференційовану роль як туристичних хабів і осередків екологічної освіти та моніторингу довкілля. Карпатський НПП вирізняється найбільшим потенціалом завдяки великій регульованій зоні (25 964 га), що робить його лідером для масового хайкінгу (г. Говерла, масив Чорногори) та ідеальним об'єктом для вивчення високих навантажень у формальній і неформальній освіті. НПП «Сколівські Бескиди» акцентує на стаціонарній рекреації (336 га) завдяки мінеральним джерелам, сприяючи розвитку оздоровчого туризму та відповідним освітнім програмам. НПП «Синевир» демонструє збалансований підхід з великою регульованою зоною (21 377 га), поєднуючи ліси з водно-болотними комплексами, що визначає пріоритет фототуризму, спостереження за фауною та біологічного моніторингу. Ужанський НПП орієнтований на низькоінтенсивний екотуризм

(веломаршрути 140 км), де регульована зона (5 146 га) забезпечує спостереження за дикими тваринами без масового трафіку; наразі в парку діють обмеження на відвідування, а розрахунок ємності виконано без їх урахування [9]. Така диференціація дозволяє розробляти цільові освітні програми та оптимізувати моніторинг антропогенного тиску з урахуванням специфіки кожного парку.

Ключові слова: рекреаційна ємність, Національні природні парки, гірські ліси (Карпат), моніторинг навантаження, сталий туризм

Література.

1. UCN. Biodiversity Report on Carpathians [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iucn.org/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
2. Carpathian Convention. Tourism Growth in Carpathians 2015–2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.carpathianconvention.org/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
3. UNESCO. Beech Forests of the Carpathians [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://whc.unesco.org/en/list/1133/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
4. TripAdvisor. Top Carpathian Parks Ratings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tripadvisor.com/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
5. Карпатський НПП. Про парк [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://karpatskyi-park.in.ua/pro-park/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
6. НПП "Сколівські Бескиди". Основні дані [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://skole.org.ua/osn_dani.html. – Дата доступу: 22.10.2025.
7. НПП "Синевир". Про парк [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://synevyr-park.in.ua/pro-park/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
8. Ужанський НПП. Про парк [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uzhanskyi-park.in.ua/>. – Дата доступу: 22.10.2025.
9. Ужанський НПП. Обмеження на відвідування через воєнний стан [Електронний ресурс] // Головна сторінка. – Режим доступу: <https://uzhanskyi-park.in.ua/>. – Дата доступу: 22.10.2025.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: korotetska2021.9512119@student.karazin.ua

Конфлікти природокористування заповідних територій (на прикладі водоспаду Пробій)

Дарина КОЧЕТИГА, Надія МАКСИМЕНКО

*кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

Природно-заповідні території Українських Карпат виконують важливі екологічні, рекреаційні та естетичні функції. Однак на популярних туристичних ділянках часто виникають конфлікти природокористування, пов'язані з суперечністю між збереженням природних екосистем і потребами рекреаційного використання. Водоспад Пробій, розташований на річці Прут у межах Карпатського національного природного парку, є одним із найбільш відвідуваних об'єктів, що робить його ідеальним об'єктом для дослідження таких конфліктів.

Водоспад має каскадний характер, високу швидкість течії та кам'янисте русло, що формує динамічний ландшафт. Природний рослинний покрив включає мішані та хвойні ліси з домінуванням ялини, ялиці та бука, а прибережна зона вкрита вологолюбною рослинністю, мохами та лишайниками. Інтенсивний потік туристів та облаштування оглядових майданчиків і мостів спричиняють локальне руйнування рослинного покриву та ерозію ґрунтів, що ускладнює збереження природних компонентів ландшафту.

Для узагальнення та кількісної оцінки стану території було проведено інтегральну оцінку антропогенного навантаження, яка враховує основні компоненти довкілля: стан рослинності, ґрунтів, ерозійні процеси, засмічення території та трансформацію ландшафту. Інтегральний показник розраховується за формулою:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

де P_i — нормовані показники стану окремих компонентів довкілля за шкалою від 1 до 5;
 n — кількість показників.

Результати оцінки антропогенного впливу:

Таблиця 1.

Оцінка стану природних компонентів та антропогенного навантаження на ділянці водоспаду Пробій

Показник	Стан	Бал
Рослинний покрив	Витоптування, фрагментація	4
Ґрунти	Ущільнення, локальна ерозія	4
Ерозійні процеси	Активні на схилах і в прибережній зоні	5
Засмічення	Помітре, локально значне	4
Трансформація ландшафту	Інфраструктура та зміна природного вигляду	4

$$I = \frac{4 + 4 + 5 + 4 + 4}{5} = 4,2$$

Отриманий інтегральний показник ($I = 4,2$) вказує на **високий рівень антропогенного навантаження**, що підтверджує наявність конфліктів природокористування. Аналіз показників дозволяє виділити основні прояви конфлікту: деградацію рослинного покриву, ущільнення ґрунтів, розвиток ерозійних процесів та засмічення території. Дослідження підтверджує, що основними причинами конфліктів є масовість туристичного потоку, недостатній контроль доступу, низький рівень екологічної свідомості відвідувачів та обмеженість природоохоронної інфраструктури. Водночас наявність мостів і оглядових майданчиків дозволяє частково локалізувати вплив на природні компоненти, але стимулює зростання загального туристичного навантаження.

На основі отриманих даних запропоновано заходи для зменшення конфліктів природокористування:

1. Зонування території та обмеження доступу до найбільш вразливих ділянок.
2. Оптимізація туристичних маршрутів і облаштування екостежок.
3. Встановлення інформаційних стендів та контроль потоків відвідувачів.
4. Покращення системи збору і утилізації відходів.
5. Підвищення екологічної культури туристів через просвітницькі програми.

Отже, проведене дослідження розширює знання про існуючі конфлікти природокористування на ділянці водоспаду Пробій та дозволяє обґрунтовано планувати заходи з охорони природних комплексів при високому рекреаційному навантаженні. Використання інтегральної оцінки забезпечує кількісну основу для подальшого управління антропогенним впливом та планування сталого туризму на заповідних територіях.

Ключові слова: водоспад Пробій, заповідні території, конфлікти природокористування, антропогенне навантаження, інтегральна оцінка впливу, рекреаційна діяльність, деградація ландшафту, ерозійні процеси.

Література

1. Максименко Н. В., Дорогань В. В., Карпець К. М. Аналіз конфліктів природокористування як основа ландшафтно-екологічного планування лісових екосистем // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. – 2019. – Вип. 32. – С. 30–41. URL: https://journals.uran.ua/ludina_dov/article/view/193130/193472.
2. Черба О. В., Квасов В. А. Комплексна інтегральна оцінка антропогенного впливу на навколишнє природне середовище України // Комплексний підхід до оцінювання впливу на довкілля як інструмент системи ухвалення рішень та інформування громадськості / Український журнал природничих наук. – 2023. – С. 256–273. DOI:10.30525/978-9934-26-289-0-12.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: kochetyha2021.9712890@student.karazin.ua

Роль екологічного туризму у розвитку заповідної справи в Україні

Олексій МЕЛЬНИК, Наталія МОСКАЛЬЧУК,

*кафедра екології, Факультет природничих наук
Івано-Франківський національний університет нафти і газу, УКРАЇНА*

На сучасному етапі розвитку суспільства екологічний туризм перетворюється з альтернативного виду відпочинку на стратегічний інструмент збереження природної спадщини та гармонізації стосунків людини з довкіллям. В умовах глобальної екологічної кризи заповідні території стають не лише «банком генофонду» рослинного і тваринного світу, а й ключовими центрами формування екологічної етики [4]. Екотуризм базується на антропоєкологічній парадигмі та включає природоохоронну, етнотолерантну та екоосвітню складові. Його роль у заповідній справі є визначальною, оскільки він дозволяє реалізувати модель «зеленого» бізнесу, де підтримка недоторканості природи стає економічно вигідною категорією, стимулюючи інвестиції у розвиток територій та підвищуючи їхню соціальну значущість [1].

Взаємодія туризму та заповідної справи в Україні супроводжується низкою законодавчих та екологічних суперечностей. Згідно із Законом «Про природно-заповідний фонд», рекреаційна діяльність дозволена лише в межах національних природних парків та регіональних ландшафтних парків, тоді як у природних заповідниках з 2010 року туризм офіційно заборонений. Складність реалізації цих норм на практиці зумовлює виникнення стихійних рекреаційних потоків, які за відсутності належного моніторингу та регулювання стають джерелом антропогенного тиску на заповідні екосистеми [3]. Наслідком стає антропогенна трансформація екосистем: ущільнення ґрунтів, пожежі з вини відпочиваючих та пряма загибель рідкісних видів, як це спостерігалось у заповіднику «Кам'яні могили» чи на мисі Мартьян. Таким чином, нерегульована екскурсійна діяльність створює ризик самознищення екотуризму через руйнацію його головного ресурсу – дикої природи [2; 3].

Практичний досвід українських установ ПЗФ демонструє різноманіття підходів до розвитку екотуризму залежно від регіону. У Карпатському регіоні (НПП «Синевир», «Вижницький», «Сколівські Бескиди») акцент робиться на поєднанні бальнеологічних ресурсів, пралісів та пам'яток сакральної архітектури [1]. У Центральному Поліссі заповідні об'єкти виступають основою екомережі, де розвиток туризму інтегрований у концепцію сталого розвитку Житомирської області [2]. Особливого значення набувають транскордонні біосферні резервати, такі як «Розточчя», «Західне Полісся» та «Східні Карпати», що виконують роль екологічних коридорів між Україною та сусідніми державами ЄС. Водночас приклади Шацького НПП та інших об'єктів природно-заповідного фонду вказують на гостру потребу впровадження науково обґрунтованих норм рекреаційного навантаження та лімітування туристичної ємності територій [1;3].

Важливою складовою менеджменту заповідних територій є еколого-освітня діяльність, що здійснюється через розбудову спеціалізованої інфраструктури: візит-центрів, музеїв природи та науково-пізнавальних стежок. Впровадження мережі екологічних маршрутів дозволяє ефективно регулювати рекреаційні потоки, спрямовуючи відвідувачів у спеціально облаштовані зони та мінімізуючи вплив на вразливі природні ядра. Такий підхід забезпечує перехід до безпосереднього «живого спійняття» довкілля, що реалізується через проведення польових практик, екологічних таборів (наприклад, «Ойкос», «Деснянські зорі») та інтерактивних квест-екскурсій. Особливого значення набуває соціальний аспект екоосвіти, що сприяє об'єднанню територіальних громад

навколо природоохоронних ініціатив та формуванню персональної відповідальності за збереження ландшафтного різноманіття [4].

Для подальшого успішного розвитку галузі необхідно вирішити низку організаційних проблем, зокрема підготовку висококваліфікованих кадрів. Крім того, потребує вдосконалення система ціноутворення на послуги ПЗФ та розробка єдиних стандартів інформаційно-рекламної продукції. Лише за умови переходу від масового розважального відпочинку до організованого науково-пізнавального екотуризму можна забезпечити фінансову незалежність заповідних установ та підтримку їхньої діяльності широкими верствами населення[1;2].

Ключові слова: екологічний туризм, біорізноманіття, заповідна справа, біосфера.

Література

- 1.Смочко Н. М., Лужанська Т. Ю., П'ятка Н. С. Роль екологічного туризму в контексті перспективного розвитку територій. *Економічний форум*. 2022. Т. 1 № 4. С. 58–67. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2308-8559-2022-4-7> (дата звернення: 09.04.2026)
- 2.Буховець О. В., Передеренко Д. В. Екологічний туризм на природоохоронних територіях Житомирської області. Проблемні аспекти : матер. наук.-техн. конф. студентів та магістрантів (наук. кер. І. В. Давидова). Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2021.
- 3.Галущенко, М. С. Екологічний туризм як чинник сталого розвитку в Україні = Ecological tourism as a factor of sustainable development in Ukraine : *кваліфікаційна робота магістра* / М. С. Галущенко. – Одеса, 2024. – 73 с.
- 4.Пустовіт Н. А. Еколого-освітня діяльність установ природно-заповідного фонду. Київ, 2019.

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
e-mail: oleksii.melnyk-eko241@nung.edu.ua

Роль заповідних територій у збереженні біорізноманіття планети

Вікторія ПЕЧЕНА, Наталія МОСКАЛЬЧУК

Кафедра екології, Факультет природничих наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, УКРАЇНА

Збереження біорізноманіття становить одну з найважливіших екологічних проблем глобального масштабу в сучасному світі. Під поняттям біорізноманіття розуміють всі форми життя на Землі - від мікроорганізмів до складних екосистем, включаючи генетичну й екосистемну різноманітність.[2] Проте, через інтенсивну антропогенну діяльність, зміну клімату, забруднення довкілля та надмірне використання природних ресурсів, темпи втрати біорізноманіття набули великих масштабів .

Україна також має багату природну спадщину, представлену об'єктами природно-заповідного фонду, які охоплюють Карпати, степи, морські узбережжя та інші регіони. Ці території мають надзвичайну цінність як у національному, так і міжнародному контексті, слугуючи осередками збереження унікальної флори і фауни.[1]

Заповідні території представляють собою ділянки суходолу або акваторії з особливою природоохоронною цінністю, які перебувають під наглядом національних або міжнародних організацій. Їхнє заснування націлене на збереження природних комплексів в їхньому природному стані, охорону рідкісних і зникаючих видів флори і фауни, а також підтримання екологічної рівноваги. До заповідних територій належать національні парки, біосферні заповідники, заказники та інші категорії природоохоронних зон.[1]

Однією з центральних функцій заповідних територій є збереження видової різноманітності. У цих зонах створюються умови для виживання рідкісних і зникаючих видів, які за межами цих територій піддаються значному антропогенному впливу. Заповідники служать «островами безпеки», що забезпечують умови для розмноження й розвитку популяцій живих організмів без загрози від людей. Це особливо критично для ендемічних видів, тісно пов'язаних з певними географічними ареалами.

Крім того, заповідні території зберігають генетичну різноманітність, що є основою для адаптації видів до змін навколишнього середовища. У природному середовищі без людського втручання еволюційні процеси забезпечують здатність видів пристосовуватися до нових умов. Втрата чи ізоляція популяцій загрожує збідненням генетичного розмаїття, послаблюючи їхню стійкість перед хворобами і кліматичними змінами. Завдяки заповідним територіям можна уникнути деградації природних популяцій.

Збереження екосистемного різноманіття є ще однією важливою функцією цих територій.[4] Екосистеми складаються з взаємопов'язаних живих організмів та їх середовища існування. Ліси, степи, болота чи морські екосистеми виконують критичні екологічні функції: кліматичне регулювання, очищення води, збереження ґрунтів і репродукцію речовин. Завдяки охороні заповідників природні процеси залишаються стабільними.

Заповідні території також мають наукову цінність як «природні лабораторії», де можливо вивчати динаміку екосистем поза антропогенним впливом. Це дозволяє досліджувати популяційні динаміки, міжвидові взаємодії і кліматичні впливи, забезпечуючи фундамент для розробки стратегій стійкого використання природних ресурсів та охорони природи.

Однак заповідники стикаються з численними проблемами, серед яких недостатнє фінансування, незаконне браконьєрство, вирубка лісів, наслідки кліматичних змін та антропогенний тиск сусідніх територій.[3] Для більш ефективного функціонування цих зон

необхідно вдосконалити систему управління, посилити контроль за дотриманням законодавства та активніше залучати громадськість до природоохоронної діяльності.

Таким чином, ці унікальні природоохоронні зони становлять фундамент глобальної стратегії збереження природи. Вони здатні гармонійно поєднувати захист екосистем із науковими дослідженнями, екологічним вихованням і стимулюванням економічного розвитку. Для забезпечення сталого майбутнього людства критично важливо приділяти увагу ефективному управлінню й нарощуванню мережі заповідних територій по всьому світу.

Ключові слова: заповідний фонд, екосистема, біорізноманіття, флора і фауна.

Література

1. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» від 16 червня 1992 р. № 2457-ХІІ (дата звернення - 10.04.26).
2. Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року : ратифікована Законом України № 257/94-ВР від 29.11.1994 р. (дата звернення - 10.04.26)
3. World Wide Fund for Nature (WWF). Living Planet Report. URL: <https://www.worldwildlife.org> (дата звернення - 10.04.26)
4. Wageningen University & Research. Biodiversity and ecosystems explained. URL: https://www.wur.nl/en/themes/biodiversity-and-resilient-ecosystems/biodiversity-and-resilient-ecosystems-explained?utm_source (дата звернення - 10.04.26)

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15,
м. Івано-Франківськ,
76019, Україна
e-mail: viktoriia.pechena-eko241@nung.edu.ua

Антропогенний вплив як ключова проблема розвитку природоохоронних територій

Лілія ТРИГУБ'ЯК, Наталія МОСКАЛЬЧУК

Кафедра екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, УКРАЇНА

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується істотним посиленням антропогенного впливу на природне середовище, що набуває глобального характеру та виступає одним із визначальних чинників, які обмежують розвиток і ефективність природоохоронних територій.

Антропогенне навантаження охоплює широкий спектр впливів, серед яких урбанізація, інтенсивне сільське господарство, промислове забруднення, розвиток транспортної інфраструктури та нераціональне використання природних ресурсів. Такі процеси спричиняють не лише зміну структури ландшафтів, а й істотне порушення просторової цілісності природоохоронних територій. У результаті відбувається фрагментація екосистем, що ускладнює формування екологічних коридорів і обмежує функціонування екологічної мережі як єдиного цілісного утворення [1].

Антропогенний вплив безпосередньо знижує ефективність природоохоронних територій через деградацію природних комплексів, зміну гідрологічного режиму, забруднення ґрунтів, води та атмосферного повітря. Це призводить до погіршення умов існування видів, зменшення їх чисельності та спрощення структури біоценозів. Унаслідок цього природоохоронні території втрачають здатність повною мірою виконувати свої функції – збереження біорізноманіття та підтримання екологічної рівноваги [3].

Особливо небезпечним є вплив антропогенних чинників на біорізноманіття, яке є основою стабільності екосистем. Збереження біорізноманіття є одним із найважливіших завдань сучасності, що реалізується через формування та розвиток мережі природоохоронних територій. Вони виконують ключову роль у підтриманні екологічної рівноваги, збереженні генетичного фонду живих організмів та забезпеченні сталого розвитку. Водночас ефективність функціонування цих територій істотно знижується під впливом антропогенних чинників, які набувають дедалі більшого масштабу та інтенсивності [2].

Однією з найбільш суттєвих загроз є втрата середовищ існування, що призводить до скорочення чисельності видів, у тому числі рідкісних і зникаючих. Порушення цілісності екосистем ускладнює міграційні процеси, змінює трофічні зв'язки та знижує здатність природних комплексів до відновлення. У результаті навіть території з охоронним статусом зазнають негативного впливу, що зменшує ефективність їх функціонування [3].

Інтенсивне використання земель навколо природоохоронних територій призводить до того, що негативні впливи ззовні – шум, забруднення, поява чужорідних видів – поступово проникають усередину цих територій. Особливо це шкодить невеликим і ізольованим ділянкам, які не мають достатнього захисту. У результаті природні умови там погіршуються, зникають чутливі види рослин і тварин, порушуються екосистеми, і біорізноманіття поступово зменшується або навіть може повністю зникнути.

Суттєвою проблемою є також недостатній рівень заповідності територій, який не відповідає сучасним екологічним вимогам. Урбанізація та активне використання земель призводять до дефіциту територій, придатних для заповідання, що ускладнює формування екологічно збалансованої мережі [4].

На прикладі Коломийської міської територіальної громади можна спостерігати недостатній рівень розвитку природоохоронної мережі. Загальна площа природно-

заповідного фонду тут становить лише 43 га, або 0,31% від загальної площі громади (13 677 га), що свідчить про суттєвий дефіцит заповідних земель. Окрім об'єктів ПЗФ, відсутні інші природоохоронні території. Щоб покращити ситуацію, варто розглянути можливість збільшення площі природоохоронних територій.

Території природно-заповідного фонду в Україні займають лише незначну частину площі держави, що є недостатнім для ефективного збереження біорізноманіття. Унаслідок цього природоохоронні території часто мають фрагментарний і ізольований характер, що порушує цілісність екосистем, ускладнює міграцію видів і не забезпечує належного рівня охорони природних комплексів. Додатковими проблемами залишаються недостатнє фінансування, відсутність системного екологічного моніторингу та низький рівень інтеграції природоохоронних заходів у стратегії територіального розвитку [4].

Важливим аспектом є також невідповідність між задекларованими цілями охорони природи та їх практичною реалізацією. Недотримання природоохоронного законодавства, низький рівень екологічної свідомості населення та відсутність належного контролю сприяють подальшому посиленню антропогенного тиску.

Перспективи розвитку природоохоронних територій пов'язані з необхідністю комплексного підходу до зменшення антропогенного навантаження. Це передбачає розширення мережі природоохоронних територій, формування екологічної мережі, впровадження сучасних методів моніторингу, зокрема геоінформаційних систем, а також посилення екологічної освіти та підвищення рівня екологічної культури суспільства. Важливим напрямом є також підвищення рівня екологічної освіти та інтеграція міжнародного досвіду у сфері охорони природи.

Отже, антропогенний вплив є визначальним фактором, що стримує розвиток природоохоронних територій і знижує ефективність їх функціонування. Його мінімізація є необхідною умовою збереження біорізноманіття та забезпечення сталого розвитку в умовах сучасних екологічних викликів.

Ключові слова: *антропогенний вплив, біорізноманіття, природоохоронні території.*

Література

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://surl.lu/tavtuf>
2. Кобеньок Г.В., Закорко О.П., Марушевський Г.Б. Збереження біорізноманіття, створення екомережі та інтегроване управління річковими басейнами // Посібник для вчителів і громадських природоохоронних організацій. 2008. URL: <https://surl.li/xquivj>
3. Вагалюк Л.В., Лісовий М.М. Біорізноманіття і його збереження // Навчальний посібник для підготовки студентів зі спеціальності 101 «Екологія» (Київ, 2023) С. 11-14. URL: <https://surl.li/ngksmf>
4. Публічна кадастрова карта України. *Публічна кадастрова карта України*. URL: <https://kadastrava-karta.com/>

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна
e-mail: lilalilatri@gmail.com,
nataliia.moskalchuk@nung.edu.ua

Розробка інтерактивних карт зміни клімату у заповідних об'єктах Волинської області

¹Віталіна ФЕДОНЮК, ²Ярослава ІВАНЦІВ, ¹Василь ІВАНЦІВ

¹*кафедра екології, Луцький національний технічний університет, УКРАЇНА*

²*Волинське територіальне відділення Малої академії наук, УКРАЇНА*

Заповідники та національні природні парки складають найбільш цінну частину природно-заповідного фонду України та є ключовими елементами екологічної мережі. Ці природні комплекси створені з метою збереження біорізноманіття, проведення наукових досліджень і здійснення екологічного моніторингу, а національні парки, окрім того, виконують важливу рекреаційну функцію. В останні десятиріччя їх ландшафтні системи та екосистеми зазнають істотного впливу змін клімату, які наукова спільнота розглядає як одну з глобальних проблем сучасності. Дослідження проявів кліматичних змін у межах природоохоронних територій дає змогу розробити ефективні механізми адаптації, визначити шляхи запобігання або мінімізації негативного впливу на біоту, зокрема на рідкісні та вразливі види. Це визначило актуальність роботи, присвяченої аналізу кліматичних змін у великих заповідних об'єктах Волинської області, візуалізації цих змін за допомогою розроблених онлайн-карт та оцінці потенційного впливу на біорізноманіття.

Дослідження було розпочате з аналізу динаміки кліматичних змін у єдиному природному заповіднику Волинської області – Черемському ПЗ (Іванців Я.В., Федонюк В.В., Іванців В.В., Мирка В.В., Fedoniuk V., Zhadko O., Vovk O., Fedoniuk M., Ivantsiv V. [2, 4, 8]), а потім – продовжене для трьох національних парків регіону, Шацького НПП, НПП «Припять – Стохід» та Ківерцівського НПП «Цуманська пуша» (Жадько О.А., Федонюк В.В., Федонюк М.А., Моцик В.Б., Іванців Я.В., Панкевич С.Г., Залеський І.І., Фесюк В.О., Картава О.Ф. [1, 3, 5, 6, 7, 9]). Створення інтерактивних електронних карт як візуалізації одержаних результатів щодо проявів змін клімату у 4 заповідних об'єктах Волинської області стало завершальним етапом даного дослідження.

На основі аналізу результатів статистично-графічної оцінки динаміки кліматичних показників у Черемському ПЗ та трьох національних парках регіону (за даними метеостанцій Маневичі, Світязь, Луцьк і Любешів) протягом 11 років (2014–2024 рр.) (аналізувалися середні, мінімальні та максимальні показники температури, відносної вологості, вітру, хмарності, опадів, а також метеорологічні явища (частота випадання дощів та снігу, появи туманів, заметілей, гроз) було розроблено та наповнено інформацією два електронних застосунки – інтерактивні карти «Кліматичні зміни у Черемському ПЗ» (<https://surl.li/ttoxnd>) і «Кліматичні зміни у національних парках Волині» (<http://surl.li/etqjag>).

Інтерфейс карт представлено на рис. 1. Інтерактивні карти були створені в застосунку Google Maps (ресурс GoogleEarth). Даний застосунок був обраний як доступний, безкоштовний, простий у використанні та оснащений багатьма прикладними інструментами для роботи. Спочатку було створено картографічну основу, шляхом накладання на вихідну ландшафтну карту схематичні контури Черемського ПЗ та національних парків Волині. Потім послідовно було розроблено два тематичні шари карт: «Динаміка кліматичних показників» та «Потенційний вплив змін клімату на раритетну складову біорізноманіття»: обрано систему міток, які відкриваються при натисканні, знайомлячи читача з діаграмами, таблицями, схемами, графіками та поясненнями до них. Графічна частина застосунку розроблялася з врахуванням тематики даних карт.

Кліматичні показники на картах представлені у таблицях за кожен із 11 років (2014 – 2024 рр.), а осереднення та діаграми динаміки окремих показників виконані за 10-річний період (2014 – 2023 рр.). Оновлення осереднених за 10-річний період показників та діаграм, збудованих за цими показниками, можна проводити через кожні 5 або через 10 років. Водночас додавати зведену таблицю середніх річних кліматичних показників на карти – заплановано кожного наступного року.

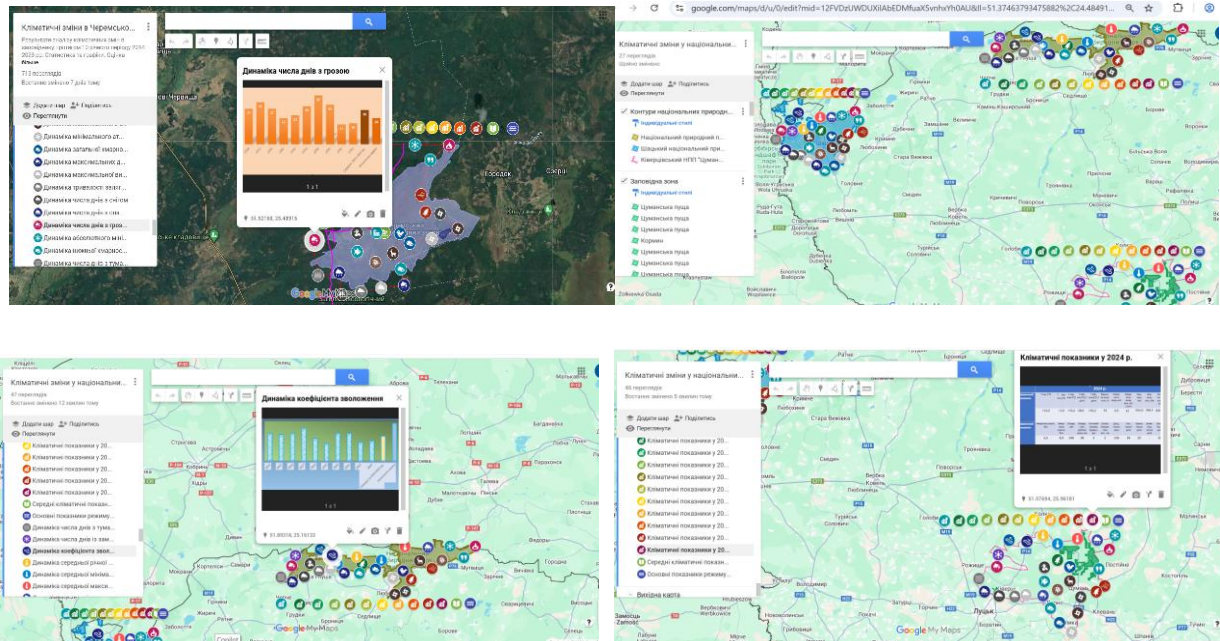


Рис. 1. Інтерфейс розроблених інтерактивних карт «Кліматичні зміни у Черемському природному заповіднику» та «Кліматичні зміни у національних парках Волині».

Кarti можуть використовуватися науковцями усіх 4 великих заповідних об'єктів Волині для ведення Літописів природи і як основа для створення в майбутньому геопорталу «Кліматичні зміни у природоохоронних об'єктах Волинської області», а також слугувати навчально-просвітницьким ресурсом, застосунком для громад області, доступним для усіх зацікавлених осіб.

Література

1. Жадько О.А., Федонюк В.В., Федонюк М.А. Комфортність клімату Шацького національного природного парку для організації індустрії гостинності. *Харківський природничий форум* [Електронне видання] : VI Міжнар. конф. молодих учених, Харків, 18–19 трав. 2023 р. / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди [та ін.] ; [редкол.: Ю. Д. Бойчук, І. А. Іонов, Д. В. Леонтьєв та ін.]. Харків : ХНПУ ім. Григорія Сковороди, 2023. С. 193-196. URL: <https://dspace.hnpu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/909ba3b5-ca28-4195-9abc-4892d466753c/content>
2. Іванців Я.В., Федонюк В.В., Іванців В.В. Регіональні прояви змін клімату у Черемському природному заповіднику та у Шацькому національному природному парку. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи*. Матеріали IV Міжнародної інтернет-конференції. 18 квітня 2025 р., м. Харків. ХНУ ім. В. Н. Каразіна. 2025. С. 99 – 102. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2025/04/akt-probl-form-i-neform-osv-z-monit-dovk-ta-zapov-spr-2025.pdf>
3. Моцик В.Б., Іванців Я.В., Федонюк В.В. Оцінка змін клімату в природно-заповідних об'єктах Волинської області. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. VIII Міжнародний молодіжний конгрес, 02-03 березня 2023, Україна, Львів : Збірник матеріалів. Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2023. С. 83 – 84.

4. Мирка В.В., Федонюк В.В., Іванців В.В., Федонюк М.А. Порівняння динаміки мікрокліматичних показників на території Черемського природного заповідника у XX та XXI ст. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2022. № 7 (40). С. 120 – 125. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/1/22.pdf>

5. Федонюк В.В., Іванців В.В., Жадько О.А., Федонюк М.А., Панкевич С.Г., Залеський І.І. Екологічна оцінка стану біоценозів природно-заповідних об'єктів Луцька. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Вип. 4 (104). 2023. С. 186 – 204. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs4202315>

6. Федонюк В.В., Жадько О.А., Іванців В.В., Федонюк М.А. Порівняльний аналіз комфортності погоди протягом курортного сезону в національних природних парках Волині. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2023. № 4 (49). С. 232 – 237. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2023/4/31.pdf>

7. Федонюк В.В., Картава О.Ф., Іванців В.В. Економічне оцінювання рекреаційно-туристичного потенціалу регіональних ландшафтних парків України. *Актуальні проблеми економіки*. К.: ТОВ «Наш формат», 2016. № 1 (175). С. 209 – 216. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ape_2016_1_25

8. Fedoniuk V., Zhadko O., Vovk O., Fedoniuk M., Ivantsiv V. Monitoring of Climate Changes and the State of Natural Complexes of the Cheremsky Nature Reserve. *Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*. 17th International Scientific Conference. Publisher: European Association of Geoscientists & Engineers. Source: Conference Proceedings, 7-10 Nov. 2023, Volume 2023. P. 1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520175>

9. Fedoniuk V., Fesyuk V., Fedoniuk M. Analysis of the dynamics and precipitation regime in the cross-border region Poland-Belarus-Ukraine (2010-2018). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Dnipro: 2023. 32 (2). P. 241 – 253. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/112323>

Ключові слова: зміна клімату, інтерактивна карта, Ківерцівський національний природний парк «Цуманська пуща», національний природний парк «Прип'ять – Стохід», Шацький національний природний парк, Черемський природний заповідник.

Контактна адреса: вул. Львівська, 75, м. Луцьк, Україна
e-mail: ecolutsk@gmail.com

Вплив війни на заповідні території України

Вікторія ШЕРЕМЕТА, Наталія МОСКАЛЬЧУК

*кафедра екології, Факультет природничих наук
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, УКРАЇНА*

Повномасштабна війна в Україні спричинила безпрецедентний негативний вплив на природно-заповідний фонд, який є основою збереження біорізноманіття та екологічної стабільності держави. Значна частина заповідних територій опинилася в зоні бойових дій або під тимчасовою окупацією, що призвело до порушення природоохоронного режиму та втрати контролю над цими об'єктами.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, станом на 2023 рік, понад 20–30% природоохоронних територій України зазнали пошкоджень різного ступеня [3; 6]. Загалом під впливом бойових дій опинилося близько 900 об'єктів природно-заповідного фонду площею понад 1,2 млн га, що становить приблизно третину всього фонду [6]. Внаслідок військових дій відбувається руйнування природних екосистем, знищення рослинного покриву, деградація ґрунтів через переміщення важкої техніки та вибухи, а також виникнення масштабних пожеж [1].

Суттєвою проблемою є забруднення довкілля токсичними речовинами, важкими металами та продуктами згоряння боєприпасів. У багатьох випадках концентрація небезпечних речовин у ґрунтах перевищує допустимі норми у 5–10 разів, що призводить до порушення біогеохімічних процесів та зниження родючості ґрунтів [7]. Це негативно впливає на флору і фауну, спричиняє скорочення чисельності видів і зміну структури екосистем. За даними наукового дослідження, опублікованого у репозитарії Чернігівського національного університету імені П. Могили (2023), чисельність деяких рідкісних видів рослин і грибів скоротилася на 30–50%, а популяції окремих видів птахів - на 25–40% [7].

Особливо складною є ситуація на окупованих територіях, де відсутній контроль за дотриманням природоохоронного законодавства. Це сприяє браконьєрству, незаконній вирубці лісів і знищенню унікальних природних комплексів [4]. Крім того, значні площі залишаються замінованими, що створює загрозу для тваринного світу та унеможлиблює проведення наукових досліджень і природоохоронних заходів.

Наукові дослідження також підтверджують значні втрати біорізноманіття та руйнування природних середовищ існування. Зокрема, втрати флори оцінюються у десятки мільярдів гривень, а площі пошкоджених природних угідь сягають десятків тисяч гектарів [6]. Руйнування екосистем має довготривалий характер і може призвести до незворотних змін у природному середовищі.

Водночас важливим напрямом подолання наслідків війни є розширення природно-заповідного фонду шляхом заповідання нових територій. Як зазначається у сучасних дослідженнях, створення нових об'єктів природно-заповідного фонду може частково компенсувати втрати екосистем і сприяти відновленню біорізноманіття [5]. На початок березня 2024 року Україна має стратегічну мету збільшити площу заповідних територій до 15%, однак наразі цей показник становить лише близько 6,7% [5], що свідчить про необхідність активізації природоохоронної діяльності.

Таким чином, війна спричиняє масштабні, довготривалі та часто незворотні наслідки для природно-заповідного фонду України. Відновлення екосистем потребує комплексного підходу, який включає розмінування територій, очищення від забруднень, відновлення

природних середовищ та розширення мережі заповідних територій. Реалізація цих заходів є ключовою умовою забезпечення екологічної безпеки держави у післявоєнний період.

Ключові слова: природно-заповідний фонд, війна, екосистеми, біорізноманіття, забруднення, перспективи.

Література

1. Заповідні території і російсько-українська війна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Viktor-Parhomenko/publication/369537683_Zapovidni_teritorii_i_rosijsko-ukrainska_vijna/links/64205b1f66f8522c38d6c86b/Zapovidni-teritorii-i-rosijsko-ukrainska_vijna.pdf
2. Українська природоохоронна група (UNCG). Війна і природно-заповідний фонд України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uncg.org.ua/44-pzf/> (дата звернення: 10.04.2026).
3. WWF Mediterranean Ukraine. The impact of war on protected areas in Ukraine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wwf.mg/?12163316/The-impact-of-war-on-protected-areas-in-Ukraine> (дата звернення: 10.04.2026).
4. UAnimals. Заповідники в окупації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uanimals.org/media/rozsliduvannia/zapovidnyky-v-okupatsii/> (дата звернення: 10.04.2026).
5. Rubryka. Заповідання нових територій як рішення для збереження природи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://rubryka.com/article/zapovidannya-novyh-terytorij/> (дата звернення: 10.04.2026).
6. ResearchGate. Consequences of the ongoing war in Ukraine on the environment [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/> (дата звернення: 10.04.2026).
7. Чернігівський національний університет (репозитарій). Impact of military operations on the nature reserve fund of Ukraine [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://krs.chmnu.edu.ua/jspui/handle/123456789/3248> (дата звернення: 10.04.2026).
8. І.Г. Пацева Т.В. Курбет. Сучасні проблеми екології. м. Житомир, 6 жовт. 2022 р. URL: https://ecology.nmu.org.ua/ua/Studies/Ecology_Problems_2022.pdf (дата звернення: 10.04.2026).

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна
e-mail: viktoriaseremeta11@gmail.com

Секція 3. Моніторинг довкілля: наука, освіта, практика.

Agro-reclamation Potential of Meltwater in the Context of Soil Preservation and Biodiversity Conservation of the B. F. Ostapenko Arboretum of the State Biotechnology University

Vadym GOLOLOBOV

¹Department of Environmental Monitoring and Protected Areas Management, Karazin Institute of Environmental Sciences, Green Energy and Sustainable Development, V. N. Karazin Kharkiv National University, UKRAINE

Collection plantings of arboretums impose increased requirements on the quality of edaphic factors, among which the leading role belongs to the soil water regime. Ensuring optimal moisture conditions in the context of modern climatic fluctuations necessitates an assessment of diagnostic indicators of irrigation water quality, since its chemical composition may harbor risks regarding the long-term degradation of the soil cover.

According to the provisions of DSTU 2730:2015 [1], a comprehensive agronomic assessment of natural waters used for irrigation is based on an analysis of their impact on the “water-soil-plant” ecosystem. Priority is given to preventing degradation processes such as secondary salinization, alkalization, or acidification of the soil. High-quality irrigation water should contribute to the stabilization of soil biological activity and maintain its structural and aggregate state. The methodology for determining the suitability of water for irrigation is based on predicting its long-term interaction with the soil cover.

The key objective is to prevent anthropogenic alkalization and salt imbalance. According to the results of chemical analysis, the snow water within the arboretum territory is characterized by an ultra-low total mineralization of 0.013 mg/dm³, which classifies it as reference Class I quality. The low dissolved salt content determines the high dissolving capacity of the meltwater, transforming it into a natural leaching agent. A crucial aspect is the anionic composition, specifically the chloride concentration, which stands at 0.075 meq/dm³. This level effectively corresponds to the parameters of distilled water, completely eliminating the risks of toxic salt accumulation in the root zone. Consequently, snow water serves as an ideal resource for plant species most sensitive to salt stress, particularly young seedlings in the nursery. The assessment of water suitability based on agronomic criteria is focused on predicting the intensity of cation exchange within the soil.

Snow water demonstrates a minimal risk of sodification across several key indicators. Specifically, the ratio of sodium content to the sum of cations is 9.35%-eq, which is significantly below the critical threshold of 40%-eq. This guarantees the stability of soil colloids and prevents soil peptization. The Sodium Adsorption Ratio (SAR) for snow water is 0.71, indicating absolute irrigation safety. Despite a formally high relative share of sodium in the score-based assessment due to its ultra-fresh composition, the actual capacity of meltwater to displace calcium is negligible. The Mg²⁺/Ca²⁺ ratio of 1, under conditions of ultra-low mineralization, poses no reclamation threat. On the contrary, the ionic equilibrium of meltwater promotes the gradual leaching of exchangeable sodium accumulated due to anthropogenic impact, thereby improving the structure and water permeability of the substrate.

The integral indicator of the content of toxic salts in chlorine equivalents deserves special attention, as for snow water it amounts to 0.085 meq/dm³, which practically makes it equivalent to natural distillate.

Chemical and analytical studies of heavy metal content (Pb, Cd, Mn, Zn, Cu, Ni, Cr, Fe) confirm the high environmental purity of the snow cover within the arboretum. All parameters

comply with Class I quality standards according to DSTU 7286:2012 [2]. Specifically, the iron content in the snow water is minimal, which eliminates the risk of ferruginous deposits in irrigation systems and ensures a gentle impact on the physiological processes of plants.

According to calculations based on Israelson's formula, the theoretical timeframe for the accumulation of a critical mass of salts in the soil when using snow water exceeds 400 years. In the context of the arboretum's functioning, this signifies a complete absence of salinization risk. The revitalization of the pond for meltwater collection allows for the formation of a technological reservoir of ecologically clean irrigation resources. In particular, it ensures the natural leaching of mobile chlorides and excess bicarbonates from the soil, offsets the consequences of anthropogenic pressure (such as the use of mineral fertilizers or previous irrigation with mineralized water), and creates optimal conditions for the adaptation of valuable introduced species and the preservation of biodiversity.

Snow water is a unique natural resource that, due to its agronomic and environmental characteristics, serves as a reference standard for the irrigation of collection plots. Utilizing the potential of meltwater runoff is a scientifically sound measure for the regeneration of soil fertility and the maintenance of the landscape ecosystem's stability in the long-term perspective.

Key words: *Water quality, irrigation, agronomic criteria, environmental criteria.*

References.

- 1.DSTU 2730:2015. Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria. [Effective from 2016-07-01]. Kyiv, 2016. 9 p.
- 2.DSTU 7286:2012. Quality of natural water for irrigation. Ecological criteria. [Effective from 2013-07-01]. Kyiv, 2013. 14 p.

Address: 6 Svobody Square, Kharkiv, Ukraine, 61022

e-mail: vadim.gololobov@gmail.com

Methodological support for bilingual teaching of the course "Methodology and Organization of Scientific Research" for postgraduate students on specialty E2 Ecology

¹Nadiya MAKSYMENKO, ²Nadiia CHERKASHYNA

¹*Department of Environmental Monitoring and Protected Areas Management, Karazin Institute of Environmental Sciences, Green Energy and Sustainable Development*

²*Department of Foreign Languages for Professional Purposes, School of Foreign Languages;
V. N. Karazin Kharkiv National University, UKRAINE*

Modern development of science and higher education is characterized by increasing internationalization, which requires postgraduate students to possess not only professional competencies but also the ability to communicate in a foreign language. This is especially important for students of specialty E2 Ecology, whose research is closely connected with global environmental challenges.

The course "Methodology and Organization of Scientific Research" plays a key role in the training of PhD students, as it provides knowledge about scientific methods, research planning, and academic communication [1]. The main task of the course is to give an overview of PhD programs, planning and accomplishment of individual PhD studies, of the relationships between the thesis' supervisor(s) and colleagues, as well as of the scientific methods for planning and carrying out independent research. The course further provides basic information on science funding, evaluation of scientists and on science careers.

The doctoral student will be able to make a realistic research plan for the entire course of PhD studies, in particular, posing realistic research hypotheses, plan individual experiments, and can assess the reliability of the obtained experimental data. The doctoral student is familiar with the national and international scientific system, understands the role of science policy, science funding and evaluation and is able to make and review a grant proposal on the topic of own thesis. The doctoral student is able to make a presentation on her/his research topic, and can critically read and review scientific papers and reports.

At the same time, the integration of bilingual teaching approaches into this course is becoming an important factor in improving the quality of scientific training.

The aim of the article is to substantiate the methodological support for bilingual teaching of this course for postgraduate students in ecology.

The methodological basis of the study includes:

- analysis of educational and methodological materials of the course;
- generalization of approaches to bilingual education;
- system-structural analysis of postgraduate students' competencies .

The course includes theoretical and practical components aimed at forming research competencies. In bilingual teaching, the content is partially delivered in English, especially:

- scientific terminology;
- structure of research papers;
- academic writing and presentation skills.

Completion of this course develops the following competencies, as outlined in the Educational and Research Program [2]:

SC01. Ability to perform original research, achieve scientific results that create new knowledge in the field of ecology and related interdisciplinary areas, evaluate and ensure the quality of research performed.

SC03. Ability to apply modern tools, electronic information resources, specialized software in scientific and educational activities, in particular, for modeling processes and making optimal decisions in the field of ecology, nature protection and rational use of nature.

SC05. Ability to comprehensively assess, model and forecast the state of natural components and complexes of the environment as well as develop directions and measures for optimizing rational use of nature.

SC06. Ability to identify partners for joint scientific activities at the international level, coordinate work with scientific partners when implementing scientific projects.

Bilingual teaching contributes to the development of the following competencies:

- ability to conduct original research;
- use of modern information tools;
- critical analysis of scientific information;
- academic communication in English.

These competencies correspond to the expected learning outcomes of postgraduate training in ecology.

Program learning outcomes

PLO 01. Deeply understand the conceptual principles and methodology of natural sciences, formulate and test hypotheses, use appropriate evidence to substantiate conclusions, in particular, the results of theoretical analysis, experimental research and mathematical and/or computer modeling in order to solve significant scientific and scientifically applied problems of ecology.

PLO 02. Plan and carry out experimental and/or theoretical research on ecology, environmental protection and optimization of nature use, applying modern tools, critically analyze the results of one's own research and the results of other researchers in the context of the entire complex of modern knowledge on the problem under study.

PLO 03. To present and discuss freely in the state and foreign languages, in compliance with the norms of academic ethics, the results of research, scientific and applied problems in ecology, environmental protection and optimization of nature use, to reflect the results of the research competently in scientific publications in leading domestic and international scientific publications.

PLO 06. To apply modern tools and technologies for searching, processing and analyzing information on ecological problems and related issues, in particular, statistical methods for analyzing large-scale and/or complex data structures, specialized databases and information systems.

PLO 07. To have modern conceptual knowledge and a high methodological level in the field of ecology and at the border of subject areas, as well as research skills sufficient to conduct scientific and applied research at the level of the latest world achievements.

PLO 08. Know the methodology of scientific research in the subject area and modern methods of planning and conducting experiments, and develop the latest scientific approaches and concepts for research, modeling, and rational use of natural resources. Bilingual teaching is considered as an integrated approach combining subject learning and foreign language acquisition (Content and Language Integrated Learning – CLIL).

Methodological tools of bilingual teaching. The main methodological tools include:

- Use of English-language academic sources;
- Preparation of presentations in English;
- Writing abstracts and summaries;
- Analysis of academic articles.

Particular emphasis is placed on developing the skills needed to write scientific texts in accordance with international standards, specifically the IMRaD structure (Introduction, Methods, Results, Discussion).

The advantages of bilingual teaching include: integration into the international scientific community; improvement of academic mobility; development of communication skills.

At the same time, certain challenges are identified: different levels of English proficiency; increased cognitive load; need for methodological support.

Bilingual teaching of the course “Methodology and Organization of Scientific Research” is an effective tool for improving the quality of postgraduate training in ecology. It ensures the formation of both research and communicative competencies necessary for successful scientific activity.

The implementation of bilingual approaches contributes to the integration of postgraduate students into the global academic environment and increases their competitiveness.

Further research should focus on the development of innovative teaching methods and digital tools for bilingual education.

References

1.Science Methodology. Methodical recommendations for studying the course for applicants of the third level of higher education in specialty E2 Ecology [Electronic resource] / compilers: N. V. Maksymenko, N. I. Cherkashyna - Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2025 – 64 p. (PDF)

URI <https://ekhnuir.karazin.ua/handle/123456789/24265>

2.Educational and Research Program "Ecology" (third level, educational and research). V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv 2025. URI

<https://drive.google.com/file/d/1O5ep1CU0d51AXnZs96faGGsLnu1x7xfk/view>

Key words: *bilingual education, scientific methodology, postgraduate training, competencies, learning outcomes ecology, academic communication*

Address: 6 Svobody Square, Kharkiv, Ukraine, 61022

e-mail: maksymenko@karazin.ua

Particulate Matter Monitoring at Urban Territories

Marharyta RADOMSKA, Anastasiia SHEVKUN

Kyiv Aviation Institute, UKRAINE

Dust pollution is one of the important environmental factors that characterize the state of atmospheric air in cities and poses a major threat to the health of residents. A significant part of dust in the urban environment is formed as a result of transport activities.

Transport dust is a complex mixture of various particles of mineral, organic and technogenic origin. The composition of such dust includes particles of soil, asphalt pavement, rubber, metals, fuel combustion products, as well as various chemical compounds that are formed during the operation of vehicles. An important feature of transport dust is the presence of toxic components in its composition that can accumulate in the environment and have a negative impact on living organisms [1].

According to the origin and chemical composition, transport dust is clearly divided into two categories: exhaust and non-exhaust emissions.

Exhaust emissions are formed mainly as a result of the operation of diesel and, to a lesser extent, gasoline engines. The main component here is solid carbon (soot), which is formed during incomplete combustion of fuel. Soot particles have a complex structure: they consist of a core of elemental carbon, on the surface of which a wide range of organic compounds are adsorbed – unburned fuel, lubricants, as well as highly toxic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), such as benzo(a)pyrene. Morphologically, it often resembles a bunch of grapes – aggregates of small spherical nanoparticles that stick together in the process of coagulation immediately after leaving the exhaust pipe. In addition to carbon, exhaust aerosols contain sulfates (oxidation products of sulfur from fuel) and trace impurities of metals that are part of additives to fuel and lubricants.

Non-exhaust emissions in modern conditions are becoming the dominant source of dust, since they are not affected by the electrification of transport or the improvement of engines. This category includes products of mechanical wear of the three main friction units: wear of brake systems; tire abrasion; wear of the road surface.

Wear of brake systems generates dust with a high content of heavy metals. Friction materials of brake pads contain significant amounts of iron, copper (which is used to remove heat), antimony, barium and zirconium. Brake dust is quite finely dispersed, a significant part of it falls into the group of PM_{2.5} and even PM_{0.1} fractions. The chemical activity of metals in the composition of such dust can cause oxidative stress in living cells.

When tires interact with the road surface, the particles formed are basically microplastics. They include styrene-butadiene rubber, black carbon (filler) and specific markers such as zinc (used in the vulcanization of rubber). These particles may also contain various chemical additives used in tire production, including polymers, sulfur, metal oxides and other compounds [2]. Such substances can be potentially dangerous to the environment and human health.

Recent studies have identified specific toxic substances in tire dust, such as 6PPD-quinone, which is highly toxic to aquatic organisms [3]. Tire dust is usually more coarsely dispersed, but at high speeds, small aerosols are also formed.

Under the influence of mechanical stress from vehicles, the road surface gradually breaks down, forming small particles of mineral origin. Asphalt concrete is destroyed by studded tires or simply by heavy traffic, releasing mineral particles (quartz, silicates) and bituminous binders. This process is especially intense on roads with high traffic intensity and in adverse weather conditions.

A separate important process is secondary dust resuspension. Vehicles, moving along the road, create turbulent air flows that raise dust that has already settled on the road surface into the air. This dust is an accumulator of all the above-mentioned pollutants, mixed with soil particles, plant pollen and fungal spores. In a dry climate or in periods between rains, secondary resuspension can account for up to 50% of the total mass of dust pollution near highways.

The physicochemical properties of transport dust determine its behavior in the atmosphere and its impact on the climate. Black carbon particles have a high ability to absorb solar radiation, which leads to local heating of the atmosphere and contributes to global warming. At the same time, many organic and sulfate particles are hygroscopic – they actively absorb moisture, becoming condensation centers for the formation of clouds and fog, which changes the radiation balance and visibility on the roads.

Thus, dust pollution resulting from transport activities is a complex environmental phenomenon that has a significant impact on the state of atmospheric air and the environment as a whole. Since it is impossible to eliminate dust of non-emission origin completely, monitoring of dust particles in cities should be actively developed taking into account trends in the structure of urban transport.

Currently, the air quality monitoring system in Kyiv combines state and private networks. The state (central geophysical observatory) includes 16 stations that monitor 20 indicators, which include PM₁₀ and 2.5, but not always PM_{0.1}. A range of private systems were employed in the city of Kyiv, including “SaveEcoBot”, “City Scale”, “Ecocity”, “LUNAir” and a range of smaller initiatives, implemented by non-governmental organizations and research institutions over the previous 10 years. Not all of them are still functioning and only a limited number are able to measure all PM size ranges. However, even under war conditions traffic in Kyiv is significant and limitation on wider use of electric vehicles due to power supply issues raises concerns about future air quality trends.

Citizens of Ukraine have already learnt to react to notifications about low air quality, at least when it comes to children safety. Therefore, reliable and comprehensive monitoring network of roadside air pollution would be really important for the prevention of children morbidity and chronic diseases progress in urban citizens.

Keywords: *particulate matter, transport, dust, air pollution, monitoring.*

Literature.

1. Hänninen, O., Lehtomäki, H., Korhonen, A., Kokkola, T., Hartikainen, A., Sippula, O., ... & Rumrich, I. K. (2025). Health risks related to air pollution by transport categories and vehicle types: Comparison by mortality indicators. *Environment International*, 202, 109657.
2. Giechaskiel, B., Grigoratos, T., Mathissen, M., Quik, J., Tromp, P., Gustafsson, M., ... & Dilara, P. (2024). Contribution of road vehicle tyre wear to microplastics and ambient air pollution. *Sustainability*, 16(2), 522.
3. Zhang, Y., Yan, L., Wang, L., Zhang, H., Chen, J., & Geng, N. (2024). A nation-wide study for the occurrence of PPD antioxidants and 6PPD-quinone in road dusts of China. *Science of The Total Environment*, 922, 171393.

Contact address: full L. Huzar Ave., 1, Kyiv, Ukraine

Email: m.m.radomskaya@gmail.com

On the need to assess climate risks for river ecosystems in Ukraine and their implementation in the Integrated Water Resources Management System

Sergiy SNIZHKO, Olga SHEVCHENKO

Taras Shevchenko National University of Kyiv, UKRAINE

Water plays a central role in nature conservation. Water is fundamental to the functioning and maintenance of healthy ecosystems. Water supports biodiversity, regulates climate, and sustains vital ecosystems such as wetlands and rivers. By ensuring sufficient, clean water, conservation efforts protect habitats for plants, fish, and wildlife, and help mitigate climate change impacts by preserving natural carbon sinks like forests and peatlands.

Climate change is one of the most important global challenges of the 21st century, with a comprehensive impact on the environment and society. Aquatic ecosystems are among the most vulnerable natural systems, as changes in temperature, precipitation, increased frequency of extreme weather events, and other climate factors directly impact water balance, hydrological regimes, biodiversity, and water quality.

Ukraine is actively developing river basin management plans and programmes of measures to achieve good status of water bodies in accordance with the requirements of the Water Framework Directive (WFD). However, the climatic impact on water resources and ecosystems is not sufficiently taken into account. That is why our planned research tasks and their results can significantly improve the environmental aspects of water management.

Research into the impact of climate on water resources and water security issues in Ukraine in the context of war and climate change has been the subject of many years of joint scientific cooperation between the Department of Meteorology and Climatology at the Taras Shevchenko National University of Kyiv, the University of Potsdam, and the Potsdam Institute for Climate Impact Research.

The results of these studies include: assessments of climate change in Ukraine by the end of the 21st century, assessments of the impact of climate on water flow and the hydrological regime of rivers in all river basins of Ukraine, assessments of climate risks for the water sector in Ukraine, calculations of climate risks for the project to restore water supply to the city of Mykolaiv and to ensure the main water consumers in southern Ukraine after the destruction of the Kakhovka HPP on the Dnieper (Snizhko et al., 2023b, 2024a, 2024b). The last two projects were implemented taking into account environmental requirements for Integrated Water Resources Management (IWRM). Climate change is one category of stressors among many that increase the vulnerability of rivers and streams to flow alteration and affect the ecosystem services they provide. Changes in global temperature and shifts in precipitation are superimposed on local stressors such as water contamination, habitat degradation, exotic species, and flow modification (Dudgeon and others, 2006). The natural flow regime, defined as the characteristic pattern of flow magnitude, timing, duration, frequency, and rate of change, plays a critical role in supporting the ecological integrity of streams and rivers and the services they provide.

Climate-induced changes in natural runoff can exacerbate existential threats such as water scarcity, extreme floods, water quality (Snizhko et al., 2023a). An increase in the duration and frequency of high flows can degrade aquatic habitat through scouring and streambank erosion. More frequent low-flow conditions can degrade water quality through elevated concentrations of toxic contaminants resulting from decreased dilution, increased temperatures, or a decrease in dissolved-oxygen concentration. Lower flows can reduce sensitive taxa diversity and abundance,

alter life cycles, cause mortality in aquatic life, and promote the expansion of invasive plants and animals.

For water management, it is important to consider water not only as a resource or a source of risks (droughts, floods), but also as a living environment. It has become the dominant paradigm in water governance, formalized as part of the European Commission Water Framework Directive. At the same time, there is a view that the interaction of IWRM with ecology remains insignificant. In the relatively rare studies that measure some aspect of biodiversity for IWRM practice, this is usually done using species richness. Therefore, IWRM practice is usually supplemented by the use of ecological hydrology methods, in particular, the method of environmental runoff.

Calculating and implementing environmental flow in the practice of the IWRM is extremely important for maintaining and developing biodiversity. After all, the lack of proper water use planning during droughts can lead to excessive exploitation of rivers and reservoirs and threaten the existence of aquatic ecosystems. The study of environmental flow is in line with the main objectives of Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy to achieve good ecological status of surface waters and support or improve the status of aquatic ecosystems, which is an important factor for the protection of wild birds (including Nature 2000, Directive No. 2009/147/EC), the conservation of natural habitats, wild flora and fauna (Directive No. 92/43/EC).

The concepts and approaches developed by environmental flow specialists for the protection of riverine biodiversity provide a framework for quantifying the relationship between hydrological variables and the state of ecological components in an environmental flow system and are built around specific hydrological interventions that can improve ecological status, providing a basis for potential conservation actions.

Thus, the methodology for assessing climate risks to the existence of aqua systems in the present and in the future should be primarily aimed at assessing the necessary environmental flow under conditions of a changing hydrological regime, which is governed by climatic factors. Critical situations that are identified should be addressed by regulating runoff using Integrated Water Resources Management methods.

That is why there is a need to develop a methodology for studying the impact of climate factors on aquatic ecosystems. This methodology should cover the full cycle of analysis: from the preparation of historical and forecast climate data to the development of adaptation strategies within the framework of integrated water resources management. The main attention should be paid to the distinction between natural and modified runoff regimes, the analysis of extreme values using the POT/PUT method and hydrological modeling of future changes until 2070 under the SSP1-2.6 and SSP5-8.5 scenarios. The final result should be an assessment of risks for aquatic ecosystems and the formation of scientifically based recommendations on minimizing the negative consequences of climate change for the preservation of biota and sustainable water use.

Keywords: *Resources Management, environmental flow, Climate change, Water Resources*

References

- 1.Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., et al. (2006). Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2), 163–182. <https://doi.org/10.1017/s1464793105006950>
- 2.Snizhko S., Bertola M., Ovcharuk V., Shevchenko O., Didovets I., Blöschl G.(2023a). Climate impact on flood changes – an Austrian-Ukrainian comparison. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*. 71(3). 271–282. DOI: <https://doi.org/10.2478/johh-2023-0017>
- 3.Snizhko S., Didovets I., Shevchenko O., Yatsiuk M., Hattermann F.F., Bronstert A. (2024a) Southern Bug River: water security and climate changes perspectives for post-war city of Mykolaiv, Ukraine. *Front. Water* 6:1447378. <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1447378>

4. Snizhko S., Didovets Iu., Bronstert A. (2024b). Ukraine's water security under pressure: Climate change and wartime. Water Security, vol. 23, <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2024.100182>.

5. Snizhko S., Zapototskyi S., Shevchenko O., Olexienko I., Didovets I., Bronstert A. (2023b). Assessment of the Water Resource Potential of the Lower Dnipro After the Destruction of the Kakhovka Reservoir Taking into Account the Impact of Climate Change. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520085>

Address: 64/13, Volodymyrska Street,
City of Kyiv, Ukraine, 01601
E-mail: snizhkosi@gmail.com

Assessment of the Ecological and Economic Efficiency of Urban Trees in the Territory of Kharkiv

Ruslan KALASHNIKOV, Nadiya MAKSYMENKO

*Department of Environmental Monitoring and Protected Areas Management, Karazin Institute of Environmental Sciences, Green Energy and Sustainable Development
V. N. Karazin Kharkiv National University, UKRAINE*

Contemporary cities are rapidly developing, accompanied by an increase in building density and a reduction in green spaces [1]. Under such conditions, urban trees are often perceived solely as elements of landscaping or aesthetics, although their actual role is considerably broader. In fact, trees constitute an essential component of the so-called ‘green infrastructure,’ which provides not only ecological but also economic benefits to the city and its residents [2].

Urban trees exert a direct economic impact: they reduce energy consumption costs, increase property values, lower expenditures on stormwater management, and improve air quality. In particular, the presence of green spaces can raise residential property values by 7–15% and enhance the additional economic attractiveness of urban areas [3]. Using the example of the United Kingdom, the scale of the economic value of green spaces is clearly measurable. According to Woodland Trust: benefits of urban trees [4], as of 2022, the key economic indicators are as follows:

Table 1

Economic Value of Trees in the United Kingdom.

Indicator	Economic Valuation	Description
Air purification	£12 billion	Value of pollutant removal by vegetation
Aesthetic value	£2 billion	Total value of visual and recreational attractiveness of woodlands

The aim of this study is to assess the economic value of trees within a single district of Kharkiv through their inventory and subsequent analysis using the i-Tree tool. The obtained results allow for a clear demonstration of the tangible economic benefits provided by urban trees, even at a local level.

The object of the study is one district of Kharkiv (Fig. 1), characterized by typical urban residential development and the presence of greened areas adjacent to residential buildings. The selected site is representative of most urbanized areas of the city.



Fig. 1. Study Area

The district includes residential buildings, inner courtyards, and elements of urban infrastructure within which various types of green spaces are located. During the study, an inventory of trees in the selected area was conducted, resulting in a total of 153 trees. These plantings served as the basis for the subsequent assessment of their economic value.

The study was conducted in two main stages: field data collection and subsequent analysis using the i-Tree tool. In the first stage, a tree inventory was performed through a direct survey of the district. The number of trees was counted manually, with each individual specimen recorded. For each tree, its species and approximate height were determined. Height was estimated visually, without the use of specialized measuring instruments. A total of 153 trees were documented (Table 2).

Table 2

Composition of Tree Plantings in the Studied Area.

Tree Species	Quantity (units)	Share (%)
Poplar	66	43.1%
Chestnut	19	12.4%
Apple	13	8.5%
Apricot	10	6.5%
Spruce	8	5.2%

Aspen	5	3.3%
Rowan	5	3.3%
Linden	5	3.3%
Sweet Cherry	5	3.3%
Pear	4	2.6%
Plum	4	2.6%
Birch	4	2.6%
Cherry Plum	3	2.0%
Hornbeam	1	0.7%
Maple	1	0.7%

Based on the analysis conducted using the i-Tree tool, the economic value of ecosystem services provided by trees within the studied district was determined. The total annual economic benefit from the 153 trees amounts to USD 3,256. This value results from the combined effects of pollutant removal, carbon sequestration, reduction of surface runoff, and impacts on building energy consumption. In particular, trees are capable of removing harmful air pollutants, such as fine particulate matter and nitrogen oxides, which directly reduces the economic costs associated with the negative health impacts of pollution on the population. Furthermore, the economic valuation includes the effect of carbon absorption and storage, calculated based on the social cost of CO₂ emissions, as well as reduced stormwater management costs due to the trees' ability to intercept precipitation [5].

Table 3

Ecological/economic value of trees.

MyTree Benefits	
Annual Report	
Estimated Annual Benefit: \$3,256.26	
Carbon Dioxide Uptake	\$693.84
Carbon Sequestered	1,454.59 kg
CO ₂ Equivalent	5,333.51 kg
Storm Water Mitigation	\$57.86
Runoff Avoided	24,509.7 L
Rainfall Intercepted	434,718.66 L
CUMULATIVE TOTALS TO DATE	
Total Carbon Dioxide Uptake (to date)	\$16,583.74

Carbon Storage (to date)	34,766.74 kg
CO ₂ Equivalent (to date)	127,478.05 kg

Benefit estimates are based on USDA Forest Service research and are meant for guidance only.

The study revealed that urban trees perform an important economic function alongside their ecological role. Using the example of a single district in Kharkiv, it was determined that 153 trees generate a total annual economic benefit of USD 3,256. The application of ecosystem service assessment tools, such as i-Tree, allows natural processes to be translated into comprehensible economic indicators.

Keywords: *urban trees, economic valuation, i-Tree, Kharkiv*

Literature.

1. Report on the Strategic Environmental Assessment of the Development Strategy of Kharkiv Region for 2021–2027 (with amendments) / Department of Economy and International Relations of the Kharkiv Regional Military Administration. Kharkiv, 2024. 111 p. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1295/129448/files/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82%20%D0%B7%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B8%20%D0%B2%20%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D1%96%D1%8E-%D0%B2%D0%B8%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB.pdf> (date of access: 31-03-2026)
2. Isaifan, R. J., & Baldauf, R. W. Estimating Economic and Environmental Benefits of Urban Trees in Desert Regions. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2020, Vol. 8. DOI: <https://www.rbwm.gov.uk/planning-and-building-control/tree-management/tree-strategy-and-policy-guidance>
3. RBWM. Tree strategy and policy guidance. The benefits of urban trees. Royal Borough of Windsor & Maidenhead. URL: <https://www.rbwm.gov.uk/planning-and-building-control/tree-management/tree-strategy-and-policy-guidance> (date of access: 31-03-2026)
4. Benefits of Urban Trees: What They Do For Us. Woodland Trust. URL: <https://www.woodlandtrust.org.uk/protecting-trees-and-woods/benefits-of-urban-trees/> (date of access: 31-03-2026)
5. Data - References - i-Tree Landscape. Home - i-Tree Landscape. URL: <https://landscape.itreetools.org/references/data/> (date of access: 31-03-2026)

Adress: Freedom Square 6, Kharkiv, Ukraine
e-mail: ruslancandyy@gmail.com

Моніторинг екологічної складової лісів задля збереження біологічного різноманіття в Україні

Володимир БАБЕНКО, Валентина ГЛИВКА,

кафедра хімічної техніки та промислової екології, Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", УКРАЇНА

Природне біологічне різноманіття належить до одних з найважливіших складових навколишнього середовища та займає головне місце у підтриманні стабільності екосистем. Різноманітність видів рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що формують природні комплекси, в яких кожен вид пов'язаний з іншими і виконує свою певну функцію у природному середовищі та безпосередньо залучається у процеси обміну речовин і енергії. Завдяки такої взаємодії різних організмів відбувається підтримка природної рівноваги в природному середовищі. Упродовж кінця ХХ та початку ХХІ століття проблема збереження біологічного різноманіття набула певного значення у світовій науці, що пов'язано зі зростанням людського впливу на природне середовище. Діяльність людини впродовж її історії призводить до зміни природних ландшафтів і поступового скорочення площ природних територій. Однією з екосистем, що зазнала вже в ХХ столітті значних змін, є лісові масиви [1]. Природні ліси є не тільки місцем існування великого числа видів рослин і тварин, вони також приймають важливу роль в тепло й масообміну, а головне – формують сприятливі умови для життя тисячам видів. У лісових екосистемах існують розгалужені складні взаємозв'язки між практично усіма компонентами живої природи, які впливають на функціонування природних процесів. Ліси беруть головну участь у підтриманні кліматичних умов і регулюванні водного режиму річок і озер. Вони відіграють вагомий роль у збереженні кисневого та водного природного кругообігу та балансу. Вивчення зв'язків у природному середовищі мають в своєму складі моніторингові спостереження, а «м'який» моніторинг, що практично не впливає на об'єкт дослідження надає найкращі результати. Дослідження значення лісів, за допомогою інструментів моніторингу, пов'язане з особливостями структури лісів України та умовами існування організмів, адже лісові екосистеми характеризуються різноманіттям зв'язків рослин, грибів, тварин і багатством їх видового складу. У межах лісів з прилеглими чагарниками формуються умови для існування різних груп живих організмів, серед яких представлені деревні та трав'яні рослини, ссавці й птахи, міцелії грибів та мікроорганізми. Кожна з вищеперерахованих груп виконує свою роль у природних процесах, а взаємодія між ними підтримує функціонування та стійкість всієї лісової екосистеми. Починаючи з кінця ХХ століття стан лісових територій України викликає занепокоєння серед науковців і природоохоронців, адже надмірно інтенсивне використання природних ресурсів спричиняє зменшення загальної площі лісів.

Безконтрольне вирубування дерев, забудова територій де раніше була щільна рослинність та інші види діяльності людини негативно впливають на стан природних лісів, у результаті чого змінюється видова сукупність рослин і тварин. Дисбаланс у природному середовищі, приводить до заміщення природних видів – інвазійними, тому моніторинг та дослідження ролі лісових екосистем у збереженні біологічного різноманіття є важливим напрямом сучасних наукових досліджень.

У межах лісових біоценозів особливу роль посідають процеси кругообігу речовин та енергії, що забезпечують стабільність і саморегуляцію природних комплексів. На сьогодні функції збереження біологічного різноманіття та використання природних лісових ресурсів неможливо виконувати без структур екологічного моніторингу [2]. Треба підкреслити, що

саме лісові біоценози мають можливість зменшувати антропогенний вплив та мінімізувати наслідки потепління клімату, ліси є головним компонентом в процесі вилучення вуглекислого газу з атмосфери, його консервації та зменшенні парникового ефекту. При цьому, використання деревини у вигляді паливних брикетів або для виробництва біогазу та електрометанолу дозволяє використовувати деревину не додаючи надлишок двоокису вуглецю в атмосферу.



Рис. 1. Гриби – як компонент здорового лісу

Завчасне прогнозування на основі даних лісового господарства та екологічного моніторингу дають найкращі результати для сталого розвитку України, як частини свідової Європи, при цьому залишаючи гарантоване біологічне різноманіття лісів у вигляді національних парків та біосферних заповідників. Дослідження на базі заповідників підтверджують, що навіть при реалізації «Зеленої угоди» та декарбонізації задля екологічної політики наша країна може використовувати ефект взаємодії здавалось би таких протилежних факторів, як заготівля деревини та збереження лісів, задля забезпечення стійкого майбутнього як для природи, так і для суспільства в цілому. Ліси України є не тільки національним ресурсом але й одним з головних компонентів підтримання та збереження біологічного різноманіття, цінним рекреаційним ресурсом, туристичною базою і природною системою регулювання кліматичних змін. Лісові біоценози є та повинні залишатись домівкою для багатьох видів тварин, птахів та комах, живою та само-відновлюваною біологічною системою симбіозів рослин, грибів та мікроорганізмів, що функціонують як один великий організм, здатний і в майбутньому виконувати всі свої природні функції. Людині для цього тільки потрібно виконувати перші два необхідних кроки: по-перше це проводити моніторинг стану лісових екосистем, а по-друге це вести збалансоване природокористування та давати лісам трішки більше ніж забирати і тоді ліси України сьогодні й в майбутньому будуть займати своє обране природою почесне місце.

Ключові слова: ліси України, біологічне різноманіття, лісові екосистеми, екологічний моніторинг.

Література.

1. Об'єктивна інформація щодо лісів. Товариство Лісівників України. URL: <https://tlu.kiev.ua/nasha-dijalnist/profesiino-pro-lis/objektivna-informacija-shchodo-lisiv.html>
2. Збалансування збереження біорізноманіття та сталого використання ресурсів. УкрНДІЛГА. URL: <https://urifffm.org.ua/uk/news/767>

Контактна адреса: вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна
e-mail: volodymyr.babenko@khpi.edu.ua

Інтеграція геоінформаційних технологій у польові дослідження для моніторингу довкілля

Катерина БОРИСЕНКО, Владислав ПОПОВ

кафедра фізичної географії та картографії, факультет геології, географії, рекреації і туризму

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

У сучасних умовах посилення антропогенного навантаження та трансформації природних комплексів, зокрема внаслідок воєнних дій, особливої актуальності набуває вдосконалення підходів до моніторингу довкілля. Традиційні методи польових досліджень потребують доповнення цифровими інструментами збору, обробки та аналізу просторових даних, що забезпечує суттєве підвищення точності та оперативності отримання результатів [5].

Одним із ефективних напрямів є інтеграція польових спостережень із геоінформаційними технологіями та засобами дистанційного зондування Землі. Такий підхід дозволяє поєднати детальність безпосередніх вимірювань із можливостями узагальнення та візуалізації даних у геоінформаційних системах [3].

Практичну реалізацію зазначеного підходу продемонстровано під час комплексних польових досліджень у межах басейну річки Сіверський Донець в районі навчально-наукової географічної бази «Гайдари». У ході експедиції було виконано батиметричне знімання русла річки із застосуванням ехолота, що дозволило отримати дані про морфометричні характеристики русла та особливості донного рельєфу. Загальна протяжність маршруту склала понад 10 км [2].

Одночасно було організовано систему гідрологічних постів, на яких здійснювалися вимірювання фізико-хімічних показників води із використанням польових тест-систем. Зокрема, визначалися показники кольоровості, кислотності (pH), вміст нітратів, карбонатна та загальна жорсткість води, що є важливими індикаторами екологічного стану водних об'єктів [1; 2]. Додатково проводилися вимірювання температури води, мінералізації та електропровідності із застосуванням багатофункціонального TDS-приладу S-100, що дозволило розширити спектр оцінки гідрохімічних характеристик. Для визначення вмісту розчиненого кисню використовувався оксиметр AZ-8403. Отримані результати дозволяють оцінити якість води та виявити потенційні ознаки антропогенного впливу.

Важливою складовою досліджень стало застосування безпілотного літального апарата для рекогностування території, отримання аерофотознімків та подальшого їх використання у вигляді ортофотоплану в процесі картографування. Використання GNSS-технологій забезпечило просторову прив'язку всіх польових спостережень та формування єдиної бази геоданих. Для збору та фіксації просторових даних також застосовувався RTK-приймач Trimble GeoXR 6000, що підвищило точність позиціонування об'єктів.

Інтеграція польових матеріалів у геоінформаційне середовище створює можливості для комплексного аналізу просторово-часових змін природних компонентів, моделювання руслових процесів та оцінки екологічного стану територій [3]. Особливої значущості такі

підходи набувають в умовах необхідності оперативного моніторингу довкілля на територіях, що зазнали трансформацій унаслідок воєнних дій.

Додатково важливим аспектом проведених досліджень стала організація маршрутних спостережень із використанням трекінгових GNSS-пристроїв, що дозволило фіксувати просторову динаміку переміщення дослідницьких груп та забезпечити точну географічну прив'язку точок відбору проб і гідрологічних постів. Це, у свою чергу, створює передумови для подальшого просторового аналізу та візуалізації отриманих результатів у середовищі геоінформаційних систем. Важливим є також поєднання різних масштабів дослідження – від детальних локальних вимірювань до оглядового аналізу території, що досягається завдяки використанню безпілотних літальних апаратів.

Окрім гідрологічних спостережень, здійснювалися комплексні мікрокліматичні та екологічні вимірювання. Зокрема, швидкість і параметри повітряного потоку визначалися за допомогою анемометра-аналізатора AZ-89191 із можливістю фіксації додаткових метеопоказників. Рівень радіаційного фону оцінювався із використанням дозиметра-радіометра МКС-05 «ТЕРРА», а параметри мікроклімату (освітленість, температура, вологість, рівень шуму) – за допомогою багатофункціонального приладу СЕМ DT-8820.

Окрему увагу було приділено системному збору польової інформації за допомогою мобільних ГІС. Учасники експедиції вели цифрові польові щоденники, використовуючи мобільний застосунок ArcGIS Field Maps, що дозволяло зручно фіксувати координати, фотографії, погодні умови та описові характеристики об'єктів з прив'язкою до інтерактивних карт. Цей підхід став прикладом сучасної організації географічних спостережень у польових умовах.

Важливим доповненням до польових матеріалів стало формування фотогербарію досліджуваної території, що включає цифрову фіксацію рослинного покриву з подальшою прив'язкою до координат і використанням у геоінформаційному аналізі.

Віртуальний вимір експедицій, в сучасних умовах, доповнено використанням платформи ThingLink. Для створення індивідуальних авторських віртуальних маршрутів та інтерактивних фрагментів з використанням картографічних матеріалів, 3D-моделей, медіафайлів і коментарів [5]. Це є ефективним поєднанням класичної географії з цифровими технологіями, що демонструє інтеграцію польових спостережень і геоінформаційних інструментів у системі моніторингу довкілля, що відповідає сучасним вимогам охорони навколишнього природного середовища [6].

У контексті формування ефективної системи моніторингу довкілля інтеграція польових досліджень і геоінформаційних технологій забезпечує перехід від фрагментарних спостережень до комплексного просторово-часового аналізу природних процесів. Систематизація польових даних, їх цифрова обробка та подальша інтерпретація у геоінформаційному середовищі дозволяють формувати багаторівневі бази даних, придатні для довготривалого спостереження за станом довкілля. Це створює підґрунтя для виявлення тенденцій змін природних компонентів, оцінки стійкості екосистем та обґрунтування управлінських рішень у сфері природокористування й охорони навколишнього середовища.

Таким чином, поєднання польових досліджень із сучасними геоінформаційними технологіями та дистанційним зондуванням Землі є ефективним інструментом моніторингу

довкілля, що забезпечує підвищення достовірності результатів, розширює аналітичні можливості досліджень та сприяє їх практичному застосуванню у природоохоронній діяльності.

Ключові слова: *моніторинг довкілля, геоінформаційні технології, польові дослідження, батиметрія, дистанційне зондування, водні ресурси*

Література

1. Романенко В. Д. Основи гідроекології : підручник. Київ : Обереги, 2001. 728 с.
2. Borysenko K., Popov V., Oblogina P. Elevation modelling of an area of the Siverskyi Donets riverbed (near Haidary village, Chuguyevskiy district, Kharkiv region). Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Geology. Geography. Ecology". 2021. № 55. С. 128–140. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2021-55-10>
3. Longley P. A., Goodchild M. F., Maguire D. J., Rhind D. W. Geographic information systems and science. 4th ed. Hoboken : Wiley, 2015. 519 p.
4. Lillesand T. M., Kiefer R. W., Chipman J. W. Remote sensing and image interpretation. 7th ed. Hoboken : Wiley, 2015. 720 p.
5. Hutchinson S. M., Hurrell E. R., Borysenko K., Popov V., Kholiavchuk D., Popiuk Y. Resilient education: the role of digital technology in supporting geographical education in Ukraine. Transactions of the Institute of British Geographers. 2024. Vol. 50. e12728. DOI: <https://doi.org/10.1111/tran.12728>
6. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>

Контактна адреса: майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна
e-mail: k.borysenko@karazin.ua v.popov@karazin.ua

Проблеми функціонування зелено-блакитної інфраструктури у малих містах та селищах (на прикладі Харківської та Полтавської областей)

Світлана БУРЧЕНКО, Єлизавета КОРОТЕЦЬКА, Дарина МАКСЄВА,

Гліб ПАРШУКОВ, Анастасія ВАСЮТА

*Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

Сучасний розвиток малих міст та селищ України неможливо розглядати без аналізу стану їхньої зелено-блакитної інфраструктури (ЗБІ), яка є основою екологічної стійкості громад. На відміну від великих мегаполісів, малі населені пункти мають тісніший зв'язок із природними ландшафтами. Малі міста та селища, як правило, «вписані» у природний ландшафт. В дослідженні опрацьовано проблеми функціонування зелено-блакитної інфраструктури для малих міст та селищ міського типу Харківської (Мерефа, Старий Салтів, Чугуїв) та Полтавської смт (Решетилівка) областей. У таких населених пунктах гостро відчувається конфлікт між застарілою інфраструктурною мережею та довкіллям.

Яскравим прикладом такого протистояння є місто Мерефа, розташоване у басейні річок Мерефа та Мжа, центр Мереф'янської міської громади. Природний потенціал цієї території, представлений хвилястим рельєфом, заплавами річок та лісовими масивами, нівелюється критичним рівнем антропогенного тиску. Найбільш болючою проблемою громади є накопичення сміття, що призвело до отримання громадою претензії на відшкодування збитків, завданих довкіллю, на суму понад 36 млн грн через незаконні звалища [1]. Накопичення відходів у ярах і балках призводить до забруднення річок і природних ландшафтів. Критична зношеність систем водопостачання та водовідведення сягає 80% на багатьох ділянках мереж. Через це в посушливі літа рівень води в річках Мерефа та Мжа різко падає, якість води погіршується (помутніння, підвищення нітратів та органічних забруднень), тиск у мережах низький, особливо в віддалених районах, а аварії трапляються часто. Каналізація охоплює лише частину абонентів (близько 35% населення), решта приватного сектора користується вигрібними ямами, через що неочищені стоки потрапляють у ґрунт і річки. На стан атмосферного повітря здебільшого впливає від транзитний транспорт (регіональна траса Р-51) та промислові об'єкти (скляний і цегельний заводи, нафтопереробний завод). Зелених зон у місті недостатньо, прибережні зони заростають бур'янами та сміттям, втрачаючи рекреаційний потенціал. Програма благоустрою Мереф'янської міської громади на 2023-2025 роки [2], хоча й передбачає заходи з очищення берегів річок та ліквідації стихійних звалищ, наразі зосереджена переважно на підтримці традиційного комунального господарства. Проте, більшість вказаних проблем ефективно вирішуються природоорієнтованими рішеннями (відновлення прибережних буферних зон, дощові сади, біосвопи, фітотехнології, природні луки). Вони очищають воду та ґрунт, запобігають ерозії та повеням, затримують стік, знижують спеку, підвищують біорізноманіття та дають економію на ремонтах і очищенні порівняно з

інженерними методами. Пілотні проекти (наприклад, буферні смуги вздовж Мерефи чи дощові сади) можуть швидко зменшити забруднення, підтоплення та збитки від сміття, покращити якість життя та зробити місто стійкішим до кліматичних змін, інтегруючись у програми благоустрою громади.

Подібна деградація водних ресурсів набуває ще більш критичних масштабів у Старому Салтові, де стан блакитної інфраструктури тепер безпосередньо залежить від чинників воєнного часу. До війни Старий Салтів був важливою рекреаційною зоною, розташованою безпосередньо на березі Печенізького водосховища. Руйнування гребель Печенізького водосховища (рис.1а) спричинило екологічну ланцюгову реакцію: падіння рівня води призвело до осушення нерестовищ, загибелі популяцій риб та відходу води від насосних станцій, що залишило людей без стабільного водопостачання навіть у колодязях. Водночас виникає дуже специфічна загроза для біорізноманіття через елементи оборонної та безпекової інфраструктури. Антидронові сітки та загородження типу «Єгоза» стають смертельними пастками для птахів і тварин, розриваючи їхні природні шляхи до місць харчування (рис.1 б, в).



Рис. 1. а) руйнування греблі в смт Старий Салтів; б) загородження «Єгоза» у лісовому масиві; в) наслідки встановлення антидронових сіток для птахів.

Замінування лісових масивів унеможливлює догляд за «зеленими» активами громади. Вирішення цих проблем вимагає інтегрованого підходу: замість суцільного бетонування дамби доцільно використовувати біоінженерне зміцнення схилів із застосуванням перфорованих плит та трав'яного покриву. Екологізація загороджень через візуальне маркування сіток та створення спеціальних проходів («вікон») для фауни дозволить захистити або хоча б зменшити випадки потрапляння тварин у «пастки». Крім того, на місцях стихійних звалищ, що з'являються на сільськогосподарських землях селища, доцільно застосувати фіторе mediaцію – висадку рослин-аккумуляторів, які природним шляхом очищують ґрунт від забруднювачів.

Не менш значний вплив воєнних дій спостерігається і у м. Чугуїв, де екологічні виклики поєднуються з необхідністю відновлення. Маючи порівняно невелику частку рекреаційних територій (8,22%), місто стикається з механічними пошкодженнями дерев та хімічним забрудненням ґрунтів залишками боєприпасів. Ситуацію критично ускладнює повна відсутність централізованої зливової каналізації. Під час інтенсивних опадів

неочищений поверхневий стік стихійним потоком змиває з вулиць сміття, нафтопродукти та продукти розпаду боєприпасів, спрямовуючи цю суміш безпосередньо в акваторію Сіверського Дінця. Таке неконтрольоване скидання спричиняє стрімку евтрофікацію водойми та накопичення азоту амонійного. Ефективним природоорієнтованим рішенням може стати будівництво інфільтраційних каналів та дощових садів. Останні виконуватимуть роль локальних фільтрів, які перехоплюватимуть зливові потоки до того, як вони досягнуть річки. Доповненням до цього має стати вертикальне озеленення для формування «холодних коридорів», що покращить вентиляцію міста і крім того, сприятиме психологічній реабілітації мешканців.

Логічним продовженням аналізу проблем малих міст є випадок Решетилівки – адміністративного центру Решетилівської міської громади Полтавського району Полтавської області. Воно розташоване на лівобережжі Середнього Подніпров'я, на річці Говтва (при злитті Вільхової та Грузької Говтви). Екологічний фундамент громади формує розгалужена мережа заповідних ландшафтів, що поєднують у собі нагірні діброви, цілині степові ділянки та розлогі заплавні луки [3]. Місто лежить уздовж автошляхів національного та міжнародного значення М-03 та Н31. Місто розташоване на ключових магістралях з високою інтенсивністю вантажного руху, що є основним джерелом викидів забруднюючих речовин, пилу та акустичного забруднення [4]. Відсутність захисних зелених смуг дозволяє забрудненню та шуму безпосередньо впливати на житлові квартали та громадські простори. Природні бар'єри (багаторівневі насадження з місцевих видів дерев і кущів) здатні суттєво зменшити концентрацію пилу та газів, поглинати звук і покращувати якість повітря в зоні проживання. Площа зелених насаджень становить лише близько 18 % території міста, старі дерева поступово втрачають життєздатність, нові висаджуються фрагментарно. Це призводить до посилення ефекту міського теплового острова, підвищеної запиленості та обмеженого середовища для птахів, комах-запилювачів та інших видів. Розширення зелених зон (парки, сквери, міські луки, зелені дахи та стіни) дозволяє підвищити покриття рослинністю, стабілізувати мікроклімат, покращити біорізноманіття та комфортність міського середовища. Регулярні весняні та після зливові підтоплення, недостатня ефективність дренажу, мерзлий ґрунт та зміна клімату (зростання інтенсивності опадів) роблять цю проблему хронічною. Природні рішення (прибережні буферні зони з водно-болотними рослинами, вербові насадження, відновлення заплавлених луків) уповільнюють поверхневий стік, збільшують інфільтрацію води в ґрунт, стабілізують береги та знижують ризик затоплення. Велика частка непроникних поверхонь (асфальт, бетон) у поєднанні з низьким рівнем озеленення спричиняє швидкий стік дощової води (перевантаження каналізації, локальні підтоплення) та підвищення температури влітку. Застосування природних елементів (дощові сади, біосвопи, зелені дахи, пермеабельні покриття з рослинністю) дозволяє затримувати та очищувати стоки, зменшувати пікові навантаження на інфраструктуру та пом'якшувати ефект теплового острова. Прибережні ділянки Говтви зазнають ерозії берегів, забруднення сміттям і стоками, втрати природної рослинності та деградації ґрунтів (зокрема вітрова ерозія на піщаних терасах). Багатоярусне прибережне озеленення, фітомеліорація, створення буферних смуг з очерету, верби та трав

дозволяють стабілізувати береги, фільтрувати забруднення перед потраплянням у річку, покращувати якість води та ґрунтів, а також відновлювати природну екосистему.

Проведений аналіз функціонування зелено-блакитної інфраструктури в малих містах та селищах Харківської та Полтавської областей дозволяє стверджувати, що ці населені пункти перебувають у точці критичного інфраструктурного розриву. З одного боку, вони володіють значним природним капіталом (заплавами річок Мжа, Мерефа, Говтва та Сіверський Донець, лісовими масивами різного породного складу та ін.), які теоретично мають забезпечувати високу якість життя. З іншого боку, застаріла або повністю відсутня «сіра» інфраструктура (зношеність 80% мережі, відсутність зливових каналізацій, перевантажені полігони) перетворює ці природні території на зони екологічного лиха. Досвід досліджених громад показує, що традиційні програми благоустрою, орієнтовані виключно на підтримання існуючого господарства, більше не здатні протистояти таким комплексним викликам. І цей же досвід нам вказує на необхідність трансформації підходів до міського планування, при яких зелено-блакитна інфраструктура має розглядатися не як додаток до забудови, а як активний інженерний компонент.

Інтеграція таких рішень, як фіторемедіація забруднених земель, створення «зелених коридорів» та екологізація захисних бар'єрів для фауни, дозволить малим громадам впровадити принципи зеленої економіки. Пріоритетне спрямування ресурсів на превентивні заходи не лише мінімізує витрати на майбутні капітальні ремонти інфраструктури, а й забезпечить розбудову справді стійкої та адаптивної системи управління територією.

Ключові слова: *зелено-блакитна інфраструктура, малі міста, селища міського типу, природоорієнтовані рішення, Харківська область, Полтавська область.*

Література.

1. Державна екологічна інспекція у Харківській області. Незаконне звалище у Мерефі: екологічна інспекція розрахувала збитки та пред'явила претензії. 2025. URL: <https://www.khark.dei.gov.ua/post/842> (дата звернення: 22.02.2026 р.)
2. Мереф'янська міська рада. Програма благоустрою Мереф'янської міської ради на 2023-2025 роки : рішення від 24.11.2022 № 1074/22. URL: <https://merefaotg.gov.ua/20232025-roki-08-38-47-20-12-2022> (дата звернення: 22.02.2026 р.)
3. Решетилівська громада. Децентралізація в Україні. URL: <https://decentralization.gov.ua/newgromada/4447> (дата звернення: 21.02.2026).
4. Офіційний сайт Решетилівської міської ради. URL: <https://reshsmart.gov.ua/> (дата звернення: 21.02.2026)

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна

e-mail: s.burchenko@karazin.ua, korotetska2021.9512119@student.karazin.ua, makieieva2021.9685818@student.karazin.ua,
parshukov2021.9512124@student.karazin.ua, xa13530640@student.karazin.ua

Проблеми функціонування зелено-блакитної інфраструктури у великих містах (на прикладі м. Київ та м. Харків)

Світлана БУРЧЕНКО, Дарина КОЧЕТИГА

*кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

У сучасних умовах глобальної урбанізації особливого стратегічного значення набуває розвиток зелено-блакитної інфраструктури (ЗБІ), яка об'єднує природні та напівприродні елементи міського середовища – від лісопаркових зон до малих річок та екологічних коридорів. Функціонування ЗБІ є критично важливим для великих мегаполісів України, таких як Київ та Харків, оскільки вона виконує роль головного регулятора мікроклімату, інструменту управління поверхневим стоку та фундаменту для збереження біорізноманіття та рекреаційного потенціалу.

Для міста Києва, як одного з найбільших мегаполісів України, питання ефективності ЗБІ є надзвичайно гострим. Розташоване на межі Полісся та Лісостепу, місто має унікальний ландшафт із перепадом висот до 100 метрів та складну структуру ЗБІ, що включає лісопаркові зони, водно-болотні угіддя та малі річки (Либідь, Сирець, Нивка). Проте, внаслідок антропогенної діяльності стан зелено-блакитної інфраструктури міста погіршується. За останні 10 років місто втратило понад 700 га зелених зон через інтенсивну забудову та недостатню законодавчу захищеність природних територій.

Особливу гостроту проблема набуває у контексті вразливості критичної інфраструктури – енергетичних вузлів (ТЕЦ-5, ТЕЦ-6), систем водопостачання та транспортних мереж, які функціонують в умовах воєнних ризиків. Основними викликами для міста визначено регулярні підтоплення територій через надмірну заасфальтованість, ефект «теплового острова» та високий рівень забруднення повітря, за яким Україна посідає 8-ме місце в Європі. Аналогічні виклики характерні і для Харкова, де деградація малих річок та фрагментація зелених масивів знижують стійкість міста до антропогенних навантажень.

Для Харкова, як другого за величиною мегаполіса України та найбільшого промислового центру сходу, питання розвитку зелено-блакитної інфраструктури (ЗБІ) має суттєве значення. Розташований на плато, що розчленоване долинами п'яти річок (Харків, Лопань, Уда, Немишля, Олексіївка), Харків має унікальну «водно-зелену мережу», яка історично формувала обличчя міста. Проте сучасний стан ЗБІ Харкова характеризується низкою гострих протиріч. На відміну від Києва, Харків розташований у зоні з меншою кількістю опадів, що робить його водні об'єкти та зелені насадження надзвичайно вразливими до антропогенного тиску. Структура ЗБІ міста включає унікальні об'єкти, такі як лісопарк (найбільший в Україні за площею в межах міста), мережу набережних та систему глибоких ярів, що виконують функцію природних дренажних каналів. Сучасний стан об'єктів зелено-блакитної інфраструктури Харкова визначається низкою системних викликів, які суттєво загострилися внаслідок воєнних дій та тривалого використання

застарілих підходів до міського планування. Однією з ключових проблем є прогресуюча фрагментація екосистем, зумовлена щільною забудовою та розгалуженістю інфраструктурних об'єктів. Це призводить до розриву природних екологічних коридорів, що фактично унеможливорює процеси природного самовідновлення річок та блокує шляхи міграції біологічних видів. Ситуація ускладнюється тривалим техногенним навантаженням на водойми, оскільки малі річки міста протягом тривалого часу засмічувались, приймали зливові і стічні води. Таке використання спричинило їхнє критичне замулення, трансформацію гідрологічного режиму та майже повну втрату здатності екосистеми до самоочищення. Крім того, через домінування водонепроникних поверхонь, як-от асфальтового покриття та плитки, місто демонструє високу вразливість до екстремальних явищ. Це проявляється у виникненні регулярних локальних підтоплень під час інтенсивних опадів, а також у формуванні стійких зон перегріву в літній період, що критично впливає на загальну екологічний стан та комфорт міського середовища.

Для подолання цих проблем у ході дослідження було обґрунтовано перехід до нової моделі управління через впровадження природоорієнтованих рішень (Nature-based Solutions). Замість розширення традиційної злизової каналізації пропонується масштабування дощових садів, створення зелених стін на фасадах будівель та заміна газонів багаторічними луками, що сприяють відновленню популяцій комах-запилювачів. Хоча перші елементи такої інфраструктури вже з'являються у міському просторі, їхній потенціал потребує системної інтеграції у плани стратегічного розвитку. Активне впровадження таких рішень дозволить трансформувати міста з пасивних споживачів ресурсів у стійкі екосистеми, здатні ефективно адаптуватися до змін клімату та забезпечувати високу якість життя населення навіть у кризових умовах.

Деякі з цих рішень вже проходять етап первинної апробації в міському середовищі. Проте для досягнення значущого ефекту необхідне їх масштабне впровадження та інтеграція в систему міського планування. Це дозволить не лише покращити екологічний стан Києва та Харкова, а й підвищити їхню стійкість до глобальних викликів, забезпечуючи мешканцям право на безпечне та комфортне довкілля.

Ключові слова: *зелено-блакитна інфраструктура, великі міста, природоорієнтовані рішення, Харків, Київ*

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: s.burchenko@karazin.ua, kochetyha2021.9712890@student.karazin.ua

Донні відклади як індикатор стану в екологічному моніторингу ставка

Валентина ДАМБРАУСКАС, Надія МАКСИМЕНКО

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Донні відклади є важливим компонентом водних екосистем, оскільки вони акумулюють забруднюючі речовини, що надходять у водойму, і можуть слугувати вторинним джерелом забруднення води. Аналіз їхнього хімічного складу дозволяє оцінити довгострокове антропогенне навантаження та потенційні екологічні ризики.

Проведено дослідження донних відкладів, як компоненту екосистеми Зеленогайської водойми (ставку) в с. Високий, Харківська область. Зразки відкладів відібрані в трьох ключових точках, на яких здійснюється моніторинг якості води. Результати лабораторних досліджень та показники гранично допустимих концентрацій (ГДК) представлені в таблиці

Таблиця 1.

Результат аналізу донних відкладів, мг/кг

Назва речовини	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Цинк	0,944	0,7158	0,899
Мідь	0,0749	0,0875	0,09
Свинець	0,421	0,288	0,521
Кадмій	0,000448	0,0002	0,0001
Хром	0,0003	0,0003	0,0003

Результати біохімічного аналізу показали, що ставок має надзвичайно низькі концентрації всіх досліджених важких металів (цинку, міді, свинцю, кадмію та хрому). Зокрема, концентрації цинку коливалися від 0,7158 до 0,944 мг/кг, міді – від 0,0749 до 0,09 мг/кг, свинцю – від 0,288 до 0,521 мг/кг, а хрому у всіх пробах становили 0,0003 мг/кг. Значення кадмію були вкрай низькими – від 0,0001 до 0,000448 мг/кг. Ці показники на порядки нижчі за фонові концентрації, які зазвичай спостерігаються донних відкладеннях. Це може свідчити про відсутність значного накопичення цих важких металів у донних відкладеннях. Особливо варто відзначити концентрації кадмію, які, попри свою низькість у відкладеннях, раніше були зафіксовані на межі гранично допустимих концентрацій у водній фазі, що може свідчити про його переважне перебування у розчиненому стані або про інші гідрогеохімічні особливості водойми.

Ключові слова: донні відклади, забруднення, важкі метали, ставок.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: valentya.dambrauskas@student.karazin.ua

Вплив низових пожеж на радіальний приріст сосни в молодих насадженнях Житомирщини

Ірина КОВАЛЬ, Анна ВОЛЧЕНКО, Данило НАСТАРЧУК

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої
енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Радіальний приріст дерев є інтегральним показником, що акумулює вплив комплексу екологічних факторів на життєдіяльність рослин [1]. Параметри річних кілець слугують надійним біоіндикатором для оцінки стану дерев після впливу низових пожеж [2].

Метою дослідження є оцінка впливу низових пожеж на динаміку радіального приросту сосни звичайної (*Pinus Sylvestris* L.) в молодняках ДП «Коростишівське лісове господарство» на Житомирщині.

Робота базується на методі екологічного порівняння та стандартних дендрохронологічних методиках [1, 2], що дозволяють реконструювати реакцію деревостану на стресовий чинник.

У квітні 2022 року низовою пожежею пошкоджено соснові молодняки. Встановлено, що у рік пожежі різниця в радіальному прирості дерев між контрольною ПП (пробною площею) та пошкодженою пожежею ПП становила 31% (рис. 1).

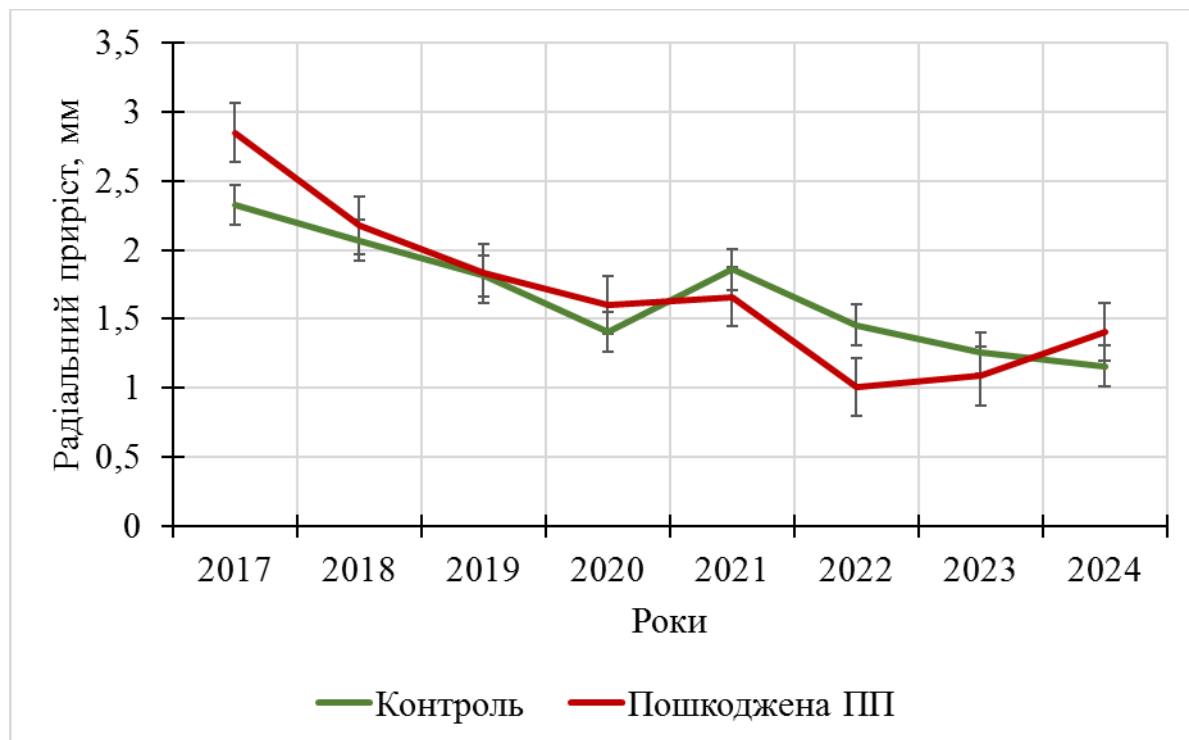


Рис. 1. Динаміка радіального приросту сосни в молодих насадженнях ДП «Коростишівське лісове господарство».

Примітка: ПП – пробна площа.

У 2023 році на пошкодженій пожежею ділянці було проведено санітарну рубку, під час якої вирубано 14% всихаючих дерев. Це сприяло оптимізації світлового режиму та збільшенню площі живлення для дерев, що вижили. Як наслідок, радіальний приріст на пошкодженій ділянці зріс на 18% у 2024 році. Тобто відновлення приросту відбулося на другий рік після пожежі.

Лісові пожежі зазвичай зумовлюють зменшення ширини річного кільця через термічне пошкодження камбію, зниження інтенсивності фотосинтезу внаслідок дефоліації та порушення трофічного балансу. Проте, як свідчать дослідження, після періоду депресії може спостерігатися збільшення радіального приросту дерев, яке нерідко перевищує відповідні показники на контролі [2].

Радіальний приріст дерев сосни в молодняках Полісся, що зберегли життєздатність після низової пожежі, демонструє тенденцію до відновлення вже на другий рік після пошкодження.

Ключові слова: *радіальний приріст дерев, соснові молодняки, низові пожежі, Полісся*

Література

1. Dendroindication of beech Stands in the Carpathians under conditions of climate change / I. Koval et al. *Sustainable Development in Economics, Technology and Environmental Engineering. ISC SAI 2023. Sustainable Economy and Ecotechnology* / eds: V. Solovieva, S. Hushko. Cham : Springer, 2025. P. 281–286. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-91953-4_30

2. Impact of forest fire on radial growth of tree rings and their element concentrations of *Pinus sylvestris* and *Larix gmelinii* in northern China / M. Wei et al. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2023. Vol. 6. Art. 1136039. DOI: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1136039>

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна

e-mail: Koval_Iryna@ukr.net

danil.nastarchuk@gmail.com

Стан забруднення атмосферного повітря м. Харків у 2024 році

Михайло КУЛИК,

кафедра екології та менеджменту довкілля,

Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку,

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Забруднене атмосферне повітря впливає на стан здоров'я населення та стан екосистем, особливо гостро ця проблема актуальна для мешканців міст. Одним з основних завдань захисту довкілля є моніторинг та аналіз вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

На стан атмосферного повітря міста Харкова, як другого за чисельністю міста України та одночасно прифронтового міста, окрім відомих чинників додалися нові, які пов'язані з веденням бойових дій. За даними Головного управління статистики у Харківській області у 2024 році викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел становить 20652,1 тону, а у Харківській міській територіальній громаді – 2430,9 т, окрім того викиди діоксиду вуглецю по області – 2,9 млн. т [1, 2]. Відомості про викиди забруднюючих речовин та парникових газів від пересувних джерел відсутні.

Для проведення дослідження стану забруднення атмосферного повітря м. Харків у 2024 році взяті матеріали Українського-гідрометеорологічного центру з щомісячного моніторингу. Аналіз проводився за такими дев'ятьма забруднюючими речовинами: завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, фенол, сажа, аміак, формальдегід [3]. Критеріями якості повітря виступали середньодобові гранично допустимі концентрації (ГДК) речовин в атмосферному повітрі населених місць, які затверджені Міністерством охорони здоров'я України в 2024 році [4].

Середньорічний вміст забруднюючих речовин у атмосферному повітрі м. Харків у 2024 році за всіма показниками не перевищує середньодобові ГДК та коливався від 0,14 до 0,81 ГДК (рис. 1). Середньомісячний вміст забруднюючих речовин за всіма показниками також не перевищував ГДК, окрім вмісту фенолу у липні, перевищення зафіксовано в 1,06 ГДК.

Середньомісячний вміст завислих речовин протягом року змінювався від 0,24 ГДК у січні та грудні до 0,68 ГДК у вересні, при середньорічному 0,48 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у жовтні зафіксовано максимальне перевищення у 3 рази.

Середньомісячний вміст діоксиду сірки протягом року змінювався від 0,23 ГДК у квітні та травні до 0,65 ГДК у вересні, при середньорічному 0,34 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у серпні зафіксовано максимальне перевищення у 1,4 раз.

Середньомісячний вміст оксиду вуглецю протягом року змінювався від 0,38 ГДК у лютому до 0,46 ГДК у липні, при середньорічному 0,43 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у березні зафіксовано максимальне перевищення у 1,3 раз.

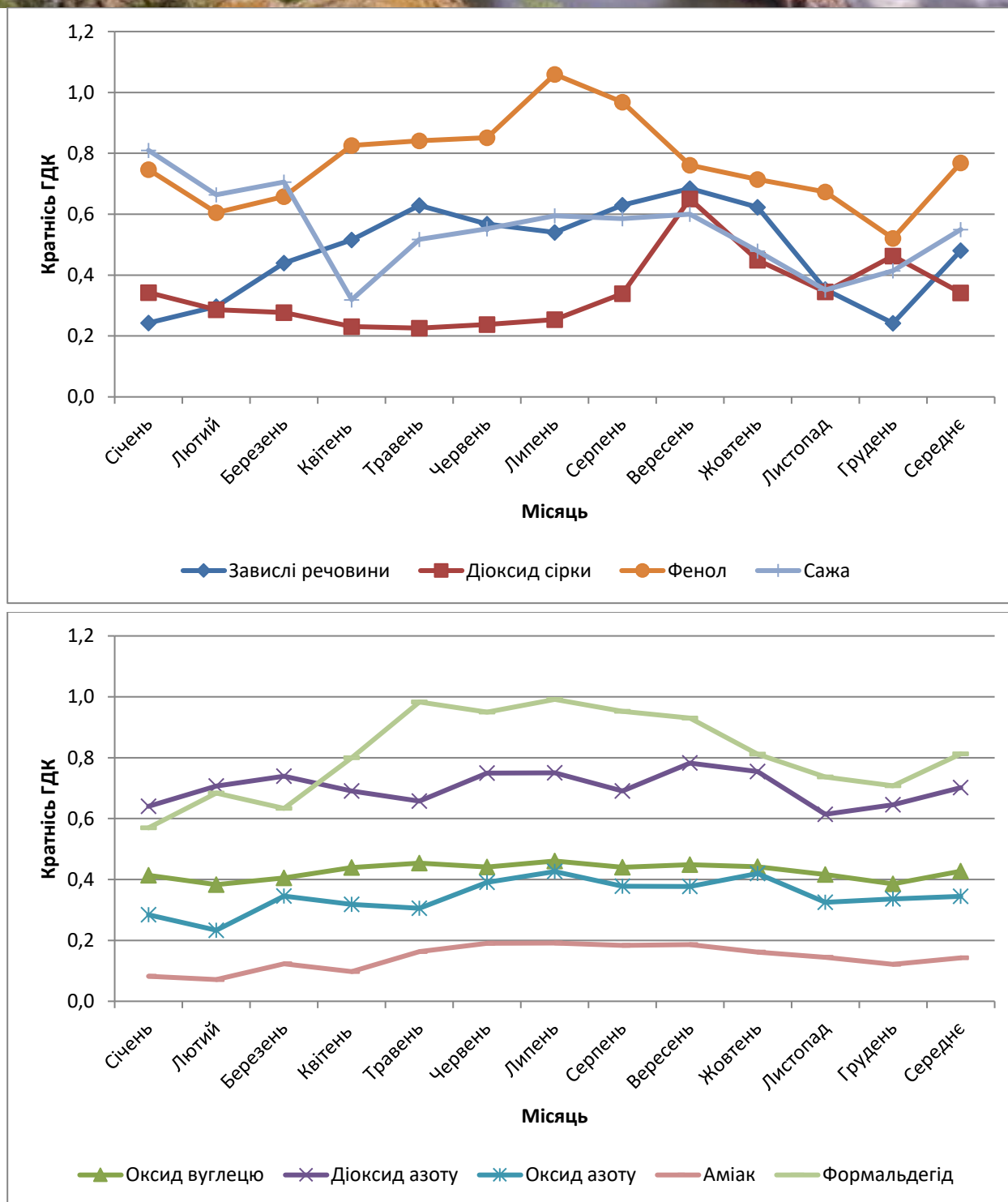


Рис. 1. Кратність ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Харків у 2024 році за матеріалами [3]

Середньомісячний вміст діоксиду азоту протягом року змінювався від 0,61 ГДК у листопаді до 0,78 ГДК у вересні, при середньорічному 0,70 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у серпні зафіксовано максимальне перевищення у 2,8 рази.

Середньомісячний вміст оксиду азоту протягом року змінювався від 0,23 ГДК у лютому до 0,43 ГДК у липні, при середньорічному 0,35 ГДК. Перевищень рівня ГДК не спостерігалось, найвищу концентрацію 0,05 мг/м³ зафіксовано у липні, серпні та грудні.

Середньомісячний вміст фенолу протягом року змінювався від 0,52 ГДК у грудні до 1,06 ГДК у липні, при середньорічному 0,77 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у вересні зафіксовано максимальне перевищення у 2,7 рази.

Середньомісячний вміст сажі протягом року змінювався від 0,32 ГДК у квітні до 0,81 ГДК у січні, при середньорічному 0,55 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у січні та лютому зафіксовано максимальне перевищення у 2,0 рази.

Середньомісячний вміст аміаку протягом року змінювався від 0,07 ГДК у лютому до 0,19 ГДК у липні та вересні, при середньорічному 0,14 ГДК. Перевищень рівня ГДК не спостерігалось, найвищу концентрацію 0,03 мг/м³ зафіксовано у січні.

Середньомісячний вміст формальдегіду протягом року змінювався від 0,57 ГДК у січні до 0,99 ГДК у липні, при середньорічному 0,81 ГДК. Хоча неодноразово спостерігались перевищення рівня ГДК, так у липні зафіксовано максимальне перевищення у 4,3 рази.

Отже, переважаючими забруднюючими речовинами у атмосферному повітрі міста Харків у 2024 році є формальдегід, фенол та діоксид азоту, а найвищі концентрації більшості забруднюючих речовин спостерігались у липні місяці. Середньорічний та середньомісячний вміст забруднюючих речовин за всіма показниками не перевищує середньодобові ГДК, окрім незначного перевищення вмісту фенолу у липні. Одночасно з цим неодноразово зафіксовано разові перевищення нормативу за сімома показниками з дев'яти, максимально у 4,3 рази формальдегідом у липні.

Ключові слова: *атмосферне повітря, забруднююча речовина, кратність ГДК.*

Література

1. Головне управління статистики у Харківській області. URL: <https://kh.ukrstat.gov.ua/stat-informatsiya>
2. Екологічний паспорт Харківської області 2024 рік. Харківська обласна військова адміністрація. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/oblasna-derzhavna-administratsiya/struktura-administratsiyi/strukturni-pidrozdili/486/2736/132692>
3. Український-гідрометеорологічний центр. URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Shchomisyachni-dani>
4. Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітря населених місць : Наказ Міністерства здоров'я України від 10.05.2024 року. № 813. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#Text>

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: m.kulyk@karazin.ua

Еколого-ценотична характеристика нововиявленого місцезростання *Iris pumila* L. на території Кременчуцького району (Полтавська область, Україна)

Наталія СМОЛЯР, Анна ЛЕВИЦЬКА,

кафедра прикладної екології та хімії, Навчально-науковий інститут нафти і газу та енергетики
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», УКРАЇНА

Iris pumila L. – рідкісний причорноморсько-прикаспійський степовий вид, що зустрічається переважно на схилах балок і в межах річкових долин степової зони. В Україні поширений у Степу, Криму – зрідка на півдні Лісостепу й відомий із семи адміністративних областей (Вінницької, Дніпропетровської, Запорізької, Київської, Кіровоградської, Харківської), зокрема й із Полтавської. Вид включений до регіональних созологічних списків цих областей [1].

На Полтавщині *I. pumila* охороняється у 13 об'єктах природно-заповідного фонду (в заказниках «Клімівський», «Драбинівка», «Чутівські степи», «Дикунова балка», «Скоробір», «Лучківський», «Олегова балка», «Глибочанський», «Новодиканський», «Говтва», «Весело Мирське», заповідних урочищах «Стінка», «Келебердянське») [2].

Через антропогенний вплив (зривання на букети, ботанічне браконьєрство, зміну біотопів, рекреаційне навантаження) *I. pumila* є зникаючим видом.

I. pumila – це багаторічна, ранньовесняноквітуюча, трав'яниста рослина родини *Iridaceae*. Висота рослин становить 10-20 см. Стебло просте, прямостояче. Листки завдовжки 6-10 см, завширшки 0,3-2 см, від широколінійних до мечоподібних, сизо-зеленого кольору. Квітка завширшки 3-8 см зі слабким запахом, колір пелюсток різних відтінків. Цвіте у квітні-травні. А також *I. pumila* є ксерофітом, що витримує тривалу посуху [5].

Навесні 2024 року (14.04) під час фітосоюзологічних досліджень нами виявлено нове місцезнаходження *I. pumila* на території Кременчуцького району Полтавської області, в західному напрямі від ландшафтного заказника місцевого значення «Балка Широка» на відстані 0,2 км, на виположеному степовому схилі. На момент дослідження особини плодоносили. Щільність ценопопуляції складала приблизно 14 особин на 1 м².

Під час моніторингових досліджень навесні 2025 року (05.04) в цьому місцезнаходженні рослини квітували. До того ж, квітучі особини мали різне забарвлення квіток (жовте, темно-фіолетове, світло-фіолетове) (рис.1). Щільність особин у ценопопуляції залишилась незмінною (14 особин на 1 м²). Рослини були у доброму стані, не пошкоджені.

Загальна площа ценопопуляції становить близько 0,2 га.

Домінантами фітоценозів із *Iris pumila* виступають *Poa angustifolia* L., *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Bromus inermis* Leyss., *Stipa capillata* L. Основне флористичне ядро формують на даній ділянці *Fragaria viridis* Duch., *Ranunculus polyanthemus* L., *R. illiricus* L., *Veronica austriacalis* L., *Plantago stepposa* L., *P. lanceolata* L., *P. media* L., *Phlomis tuberosus* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Campanula sibirica* L., *Salvia nemorosa* L., *Euphorbia stepposa* Zoz ex Prokh., *Stachys recta* L., *Verbascum phoeniceum* L., *Falcaria vulgaris* L., *Orygantum vulgare* L. та інші.

На досліджуваній нами території крім *I. pumila* за період 2024-2025 років виявлено також місцезнаходження й ряду інших рідкісних видів, зокрема – *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Crocus reticulatus* Steven ex Adams, *Stipa capillata* L. та ін. [3,4].



Рис. 1. *Iris pumila* L. (а – форма із жовтим, б – темно-фіолетовим, в – світло-фіолетовим забарвленням пелюсток)

Зважаючи на необхідність збереження досліджуваної ділянки із місцезнаходженнями созофітів як загальнодержавного, так і регіонального созологічних статусів, зокрема й *I. pumila*, нами обґрунтовується доцільність надання їй охоронного статусу з включенням до ландшафтного заказника місцевого значення «Балка Широка», який знаходиться на відстані від неї в 0,2 км.

Ключові слова: *Iris pumila*, степовий вид, созофіт, місцезнаходження, збереження та охорона, Кременчуцький район, Полтавська область.

Література:

1. Андрієнко Т. Л., Перегрим М. М. Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України: довідкове видання. Київ : Альтерпрес, 2012. 148 с.
2. Байрак О. М., Стецюк Н. О. Атлас рідкісних і зникаючих рослин Полтавщини. Наукове видання. Полтава : Верстка, 2005. С. 180.
3. Левицька А. С. Нові місцезнаходження *Crocus reticulatus* на Полтавщині (Україна). Екологічна безпека держави : тези доповідей XIX Всеукр. наук.-пр. конф. молодих учених та студентів, 17 квітня 2025 р., м. Київ. К. : НАУ, 2025. С. 65.
4. Смоляр Н. О., Левицька А. С. Концепція розвитку ландшафтного заказника «Балка Широка» (Кременчуцький район, Полтавська область, Україна). Відновлення екосистем, які постраждали внаслідок воєнних дій: Українські та європейські виклики : тези доповідей міжнарод. наук.-теор. та прикл. конф., 06 листопада 2024 р., м. Київ, Національний авіаційний університет. К. : НАУ, 2024. 97 С.
5. Півники маленькі (*Iris pumila* L.) // https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%8C%D0%BA%D1%96

Контактна адреса: проспект Віталія Грицаєнка, 24, м. Полтава, Україна
e-mail: annalevicka713@gmail.com

Сезонні відмінності патогенності погоди м. Харків за період 2017-2025 р.р.

Надія МАКСИМЕНКО, Дмитро ДОЛЯ, Анна ГРИГОР'ЄВА¹

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Поняття патогенності погоди в академічному дискурсі безпеки життєдіяльності трактується як інтегральна характеристика несприятливого впливу сукупності метеорологічних чинників (температури повітря, атмосферного тиску, вологості, швидкості вітру, опадів та електричного стану атмосфери) на фізіологічний стан і працездатність людини, при цьому її кількісна оцінка здійснюється за допомогою загального індексу патогенності погоди:

$$J = i_t + i_h + i_v + i\Delta p + i\Delta t \quad (1)$$

де складові індекси відображають відповідно вплив температури, вологості, швидкості вітру та міждодової мінливості тиску і температури (останні виступають найбільш критичними для адаптаційних механізмів), що дозволяє виокремлювати рівні патогенності:

- оптимальний — 0–9 балів,
- подразнювальний — 10–24 бали,
- гострий — ≥ 25 балів

і обґрунтовує значущість дослідження цього явища через його доведений зв'язок із порушеннями гомеостазу, розвитком метеопатичних реакцій і хронічних патологій (кардіоваскулярних, церебральних, ревматичних), зниженням розумової та фізичної працездатності, а також підвищеною метеочутливістю урбанізованого населення на тлі значної частки несприятливих погодних умов у річному циклі (до 32–48% часу) [1].

Для візуалізації даних показників патогенності (J) та подразнювальної дії погоди (R) за період 2017–2025 років, проведена класифікація за критеріями [1] та створено візуалізація (рис.1). Ось як розподіляються стани погоди відповідно до кольорової кодифікації, заснованої на зібраному масиві даних [2,3,4].



Рис.1. Порівняльна характеристика річних змін патогенності погоди за період 2017-2025 р.р.)

Шкала оцінки подразнювальної дії погоди (R):

–Оптимальна ($0 < J < 50$): Погода, що чинить мінімальне навантаження на організм. У дослідженому періоді такі дні зустрічаються переважно в теплий сезон (наприклад, 21.05.2017 з $J = 8,49$ або 11.06.2017 з $J = 3,25$).

–Подразнювальна ($50 < J < 100$): Погода, що потребує певної адаптації. Прикладами є 18.05.2021 (95,34) та 27.05.2021 (80,04).

–Гостра ($J > 100$): Погода з високим рівнем патогенності, що може провокувати загострення захворювань. Це найпоширеніший тип погоди в наведених даних, особливо в осінньо-зимовий період (наприклад, 03.09.2020 з критичним показником $J = 360,93$).

Аналіз динаміки патогенності погоди показує чітку сезонність:

1. Зимові місяці (грудень–лютий): Характеризуються стабільно гострою погодою (червона зона) з показниками R, що часто перевищують 150–200 одиниць.

2. Весняно-осінні періоди: Спостерігається висока мінливість — різкі переходи від гострої до подразнювальної і навіть оптимальної погоди протягом кількох днів.

3. Літні місяці: Найбільша концентрація оптимальних та подразнювальних днів, хоча навіть влітку трапляються дні з гострою дією (наприклад, 30.07.2017 з $R = 122,39$).

Для візуалізації виявленої закономірності використано кругову діаграму з розподілом типів погоди (рис.2). Кругова діаграма демонструє, що більшість днів за 2017–2025 роки належать до категорії «гостра», що вимагає підвищеної уваги до метеозалежних груп населення.

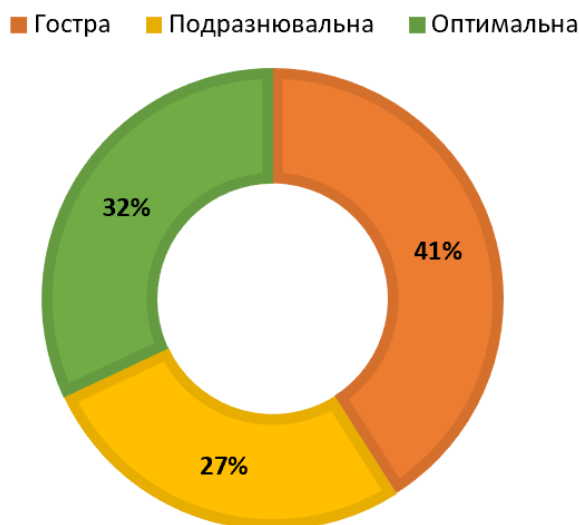


Рис. 2. Середній багаторічний розподіл повторюваності типів погоди

Зверніть увагу:

- Графік чітко показує переважання гострої погоди (червона зона) в зимовий період, де показники сягають .

- Наочно виділені періоди оптимальної погоди (зелена зона), коли (наприклад, у червні 2017).

До основних закономірностей встановлених на основі результатів аналізу показників патогенності (J) та подразнювальної дії погоди (R) можна віднести:

- Домінування гострої погоди: Переважна більшість днів у наведеному масиві (2017–2021 та початок 2025 року) належить до категорії «гостра» ($R > 25$). Особливо високі

-

показники характерні для зимових місяців, де значення часто перевищують 150–200 одиниць (наприклад, 01.01.2017 — 255,86, 22.01.2018 — 236,53).

- Сезонність оптимальних станів: Оптимальна погода ($R < 9$) зустрічається вкрай рідко і зафіксована лише в теплий період року. Найнижчі показники спостерігаються в червні та липні (наприклад, 11.06.2017 — 1,95, 11.07.2019 — 0,82).

- Висока мінливість у перехідні сезони: У березні та квітні спостерігаються різкі стрибки патогенності. Наприклад, у березні 2017 року показник коливався від 12,31 (подрозднювальна) до 174,03 (гостра) протягом лише одного тижня.

Ключові слова: *погода, клімат, патогенність, сезони, метеозалежність, оптимальна, подразнювальна, гостра.*

Література.

1. Методичні рекомендації для вивчення та проведення практичних робіт з дисципліни Безпека праці та життєдіяльності студентами денної та заочної форми навчання / Національний університет біоресурсів і природокористування України, Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності. Київ, 2023. 104 С.

2. Ukraine Weather History. Local Weather Forecast, News and Conditions. Weather Underground. URL: <https://www.wunderground.com/history/monthly/UKHH/date/2017-1> (date of access: 25.03.2026)

3. УкрГМЦ – Погода в Україні, гідрологічна та радіаційна ситуація. УкрГМЦ. URL: <https://www.meteo.gov.ua/> (дата звернення: 25.03.2026).

4. Air quality in Kharkiv. IQAir. URL: <https://www.iqair.com/eu/ukraine/kharkiv> (date of access: 25.03.2026)

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: maksymenko@karazin.ua

Регламент Європейського Парламенту і Ради (ЄС) № 1143/2014 як керунок дослідження інвазійних видів в Україні

¹Надія МАКСИМЕНКО, ¹Андрій ЛЕОНОВ¹, ²ЗАНІНОВІЧ Тамара

¹ кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

²Факультет архітектури, Університет Загреб, ХОРВАТІЯ

В умовах євроінтеграції України та гармонізації екологічного законодавства, Регламент (ЄС) № 1143/2014 від 22 жовтня 2014 року стає ключовим методологічним орієнтиром для вітчизняних науковців та управлінців. Цей документ визначає стратегічні напрями запобігання, мінімізації та пом'якшення негативного впливу інвазійних чужорідних видів (ІЧВ) на біорізноманіття.

Критерії визначення пріоритетних видів. Для українських досліджень важливо адаптувати європейський підхід до формування переліку видів, що становлять загрозу. Згідно з Регламентом, вид включається до списку на основі наукових даних, які підтверджують його здатність:

- створювати життєздатну популяцію та поширюватися в поточних умовах та за умови зміни клімату;
- справляти суттєвий негативний вплив на біорізноманіття, пов'язані екосистемні послуги, здоров'я людини або економіку.

Методологія оцінювання ризиків. Регламент пропонує чітку структуру оцінювання ризику, яка має стати основою для наукових звітів в Україні. Дослідження повинно включати:

1. Опис таксономічної ідентичності, історії та потенційного ареалу виду.
2. Аналіз шляхів навмисного та ненавмисного введення.
3. Прогноз ймовірного майбутнього поширення та оцінку можливих збитків.
4. Аналіз впливу на корінні види та захищені ділянки (оселища).

Система обмежень та контролю. Важливим напрямом є впровадження системи обмежень. Регламент забороняє навмисне ввезення на територію, утримання, розведення, транспортування, введення в обіг або вивільнення ІЧВ у довкілля. Для ефективної реалізації цих норм в Україні необхідна розбудова системи нагляду, яка має:

- охоплювати всю територію (включаючи морські води);
- бути динамічною для оперативного виявлення нових видів;
- враховувати транскордонний вплив, що є критично важливим для України як великої транзитної держави.

Використання Регламенту № 1143/2014 як базису дозволяє українській науці перейти від констатації фактів появи нових видів до системного прогнозування та управління ризиками. Це не лише вимога часу в контексті вступу до ЄС, а й необхідна умова для збереження природної спадщини та стійкості екосистемних послуг України.

Ключові слова: біорізноманіття, інвазійні види, критерії, ризик, контроль, загрози, транскордонний вплив

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: greenandyellow245@gmail.com

Моніторинг хімічних показників поверхневих вод річок Донеччини та Харківщини

Алла НЕКОС, Катерина ХАДУСКІНА

кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку,

Харківський національний університет імені В.Н Каразіна, УКРАЇНА

Під час затяжного збройного конфлікту в Україні військові дії відбуваються в межах басейнів річок східних регіонів, де проведення регулярного моніторингу за станом поверхневих вод не лише надзвичайно ускладнене, але й у багатьох місцях фактично неможливе. Основним прикладом цієї проблеми є басейн річки Сіверський Донець, бо його територія охоплює східні області де тривають інтенсивні бойові дії.

Враховуючи погіршення екологічної ситуації в басейнах малих річок, об'єктами дослідження було обрано притоки Сіверського Дінця у двох областях - Донецькій та Харківській. В осінній період 2025 року у Донецькій області було відібрано 5 проб води з річок Казенний Торець і Кривий Торець, які протікають містом Дружківка та у Харківській області 6 проб води з річок Харків, Лопань і Немишля, що протікають містом Харків.

Аналіз проб виконувався за 8 показниками якості води у навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень навчально-наукового інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Показники проаналізовані відповідно до «Гігієнічних нормативів...» для другої категорії водокористування, до якої належать річки у межах населених пунктів [1].

За результатами аналізу концентрацій хлоридів у пробах води з річок Казенний Торець та Кривий Торець становлять 1240-3120 мг/дм³, що перевищує встановлений норматив 350,0 мг/дм³ у 3-9 разів. Хлориди відповідають встановленому ГДК у пробах води з річок Харків, Лопань, Немишля при концентраціях 240-264 мг/дм³. У пробах води з річок Казенний Торець та Кривий Торець концентрації нітратів становлять 3-13 мг/дм³, отримані значення відповідають ГДК - 45,0 мг/дм³, а у пробах води з річок Харків, Лопань, Немишля нітрати визначені у концентраціях 0-15 мг/дм³, що знаходяться у межах встановленого нормативу. Нітроти виявлені у пробах води з річок Казенний Торець та Кривий Торець у концентраціях 0,001 мг/дм³ та у річках Харків, Лопань, Немишля - 0,002-0,004 мг/дм³, значення з двох річок не перевищують ГДК 3,3 мг/дм³ [2]. У пробах води з двох річок у межах обох міст вміст важких металів Zn, Cu, Mn, Cd, Cr⁶⁺ знайдеться у межах ГДК.

Згідно з результатами лабораторних аналізів проб води, взятої з річок Харків, Лопань і Немишля в межах міста Харкова, встановлено, що всі 8 досліджуваних показників відповідають гігієнічним нормативам. Зважаючи на це, використання поверхневих вод із цих річок є прийнятним.

Виявлені перевищення нормативних показників вмісту хлоридів у 3-9 разів свідчать про те, що використання поверхневих вод з цих річок стає небезпечним та небажаним через потенційну загрозу для здоров'я населення. Використання населенням вод з виявленими концентраціями хлоридів для питних потреб, особливо у випадках припинення централізованого водопостачання, є небезпечним для здоров'я. Наслідки від вживання такої води можуть проявлятися у вигляді виникнення ризику отруєнь та інтоксикації організму. Наразі це робить проблему вкрай серйозною та такою, яку не можна залишати без уваги.

Ключові слова: моніторинг, забруднення хлоридами, Сіверський Донець, малі річки, якість води.

Література

1. Гігієнічні нормативи якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення: Міністерство охорони здоров'я України 02 травня 2022 року № 721
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#top>
2. Некос А. Н., Хадускіна К. В. Дослідження динаміки хлоридного та нітратного забруднення приток Сіверського Дінця: зб. наук. ст. XXI Всеукраїнських наукових Таліївських читань. Харків: Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2024 р. С. 166-167

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: nekos@karazin.ua, kateryna.khaduskina@student.karazin.ua

Рециклінг стічних вод із відновленням осадів як елемент сталого водокористування

Роман РУДЕНКО, Антоніна САКУН, Олексій ШЕСТОПАЛОВ

*кафедра хімічної техніки та промислової екології, Навчально-науковий інститут Механічної інженерії
та транспорту,*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», УКРАЇНА

Стічні води є одним із основних джерел забруднення водних ресурсів, що негативно впливає на екологічний стан річок, озер та водосховищ. Зростання обсягів промислових і побутових стоків, а також потреба у повторному використанні води, особливо у регіонах із дефіцитом водних ресурсів, роблять питання ефективного очищення та рециклінгу стічних вод надзвичайно актуальним. Рециклінг стічних вод із відновленням осадів дозволяє не лише очищати воду від шкідливих домішок, але й використовувати утворені осади як вторинний ресурс, що сприяє сталому водокористуванню та зменшенню навантаження на довкілля.

Розробка технології внутрішнього рециклінгу передбачає комплексне поєднання реагентного очищення, осадження та рекуперації осадів. Реагентне очищення забезпечує ефективне видалення механічних, хімічних та біологічних домішок, що робить очищену воду придатною для повторного використання у виробничих або побутових потребах. Відновлені осади можуть застосовуватися як добрива, компоненти для будівельних матеріалів або для енергетичних потреб, що значно підвищує економічну та екологічну ефективність процесу.

Використання внутрішнього рециклінгу дозволяє зменшити обсяг скидів забрудненої води у природні водні об'єкти, що безпосередньо знижує ризик деградації екосистем. Одночасно технологія дозволяє оптимізувати витрати реагентів і енергетичних ресурсів, зменшити обсяг утворюваних осадів та покращити контроль за якістю очищеної води. Автоматизовані системи контролю параметрів очищення, таких як рН, концентрація реагентів та швидкість осадження, забезпечують стабільність процесів і високий рівень очищення води.

Рециклінг стічних вод із відновленням осадів є важливим елементом сталого водокористування, оскільки поєднує екологічну, економічну та соціальну складові. Зниження забруднення природних водойм, повторне використання води та ресурсів, що містяться в осадах, дозволяє зменшити тиск на довкілля, підвищити стійкість водних екосистем та забезпечити безпечне водопостачання для населення і промисловості. Крім того, така технологія сприяє формуванню цілісної стратегії поводження з водними ресурсами, що враховує потреби сучасного суспільства та принципи циркулярної економіки.

Таким чином, реалізація технології рециклінгу стічних вод із відновленням осадів дозволяє поєднувати ефективне очищення води, відновлення ресурсів та охорону довкілля. Вона є складовою стратегії сталого водокористування та забезпечує екологічну безпеку водних систем, зменшує негативний вплив стічних вод на довкілля та сприяє збереженню водних ресурсів для майбутніх поколінь.

Ключові слова: *стічні води, рециклінг води, очищення води, відновлення осадів, реагентне очищення, сталий розвиток, водокористування, екологічна безпека*

Контактна адреса: вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна
e-mail: Antonina.Sakun@khpi.edu.ua

Актуальні проблеми організації моніторингу довкілля на регіональному рівні

Ірина СМІК

*Етнокультурний центр іммерсивних технологій, підрозділу кафедри екології
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, УКРАЇНА*

Моніторинг довкілля на регіональному рівні виконує визначальну роль у системі екологічного управління, оскільки забезпечує спостереження за станом природних компонентів, виявлення джерел антропогенного впливу, просторове зіставлення екологічних змін і формування інформаційної основи для природоохоронних рішень [1; 2]. Нормативне підґрунтя державної системи моніторингу в Україні загалом сформоване, а після законодавчих змін 2023 року організацію системи було додатково оновлено в частині екологічної інформації та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля [3]. Урядові рішення 2024 року також були спрямовані на приведення підсистем державного моніторингу у відповідність до оновленого законодавства [4]. Попри нормативний розвиток, практична реалізація моніторингу на регіональному рівні й далі супроводжується організаційними та методичними ускладненнями.

Суттєвим обмеженням залишається роз'єднаність екологічної інформації між різними суб'єктами спостережень. Дані щодо вод, атмосферного повітря, земель, лісових екосистем, відходів і біорізноманіття формуються за неоднаковою періодичністю, різними методиками та з різним рівнем деталізації, що ускладнює комплексне оцінювання екологічного стану території [2; 4]. Для регіонального аналізу подібна ситуація є особливо проблемною, оскільки природні процеси мають взаємопов'язаний характер і не можуть бути коректно пояснені в межах ізольованих інформаційних блоків. За відсутності інтегрованої аналітики втрачається можливість простежити зв'язок між змінами якості водних ресурсів, структурою землекористування, рекреаційним навантаженням та локальними джерелами забруднення.

Окремої уваги потребує нерівномірність просторового охоплення моніторинговими спостереженнями. Найбільш уразливими залишаються гірські, периферійні, рекреаційні та малодоступні території, де екологічні зміни можуть відбуватися швидко, а регулярність вимірювань часто є недостатньою. Для Карпатського регіону подібна проблема має особливе значення, оскільки поєднання природоохоронної цінності, туристичної активності та локального господарського навантаження формує складну екологічну ситуацію. Матеріали досліджень природних водних джерел Карпатського національного природного парку підтверджують важливість систематичного поєднання польових обстежень, гідрологічних спостережень і хімічного аналізу води [5]. Аналогічно результати оцінювання якості води у верхній течії річки Прут вказують на потребу постійного контролю екологічних показників у межах територій із підвищеним рекреаційним навантаженням [6].

Не менш важливим є технічний і методичний аспект організації моніторингу. Повноцінне спостереження за станом довкілля на регіональному рівні потребує лабораторних аналізів, польового обладнання, геоінформаційних систем, дистанційного зондування та уніфікованих підходів до інтерпретації результатів [2; 5]. На практиці регіони істотно відрізняються за рівнем приладового забезпечення, кадрової підготовки й доступом до сучасних аналітичних інструментів. Унаслідок цього дані нерідко мають обмежену порівнюваність, а результати спостережень не завжди переходять у формат, придатний для оперативного управлінського реагування. Для гірських територій додаткові труднощі

створюють сезонні коливання, просторова мозаїчність природних умов і складність логістики під час польових досліджень [5].

Поряд із накопиченням екологічної інформації постає питання її практичного використання. Сам факт фіксації стану довкілля не забезпечує природоохоронного ефекту без подальшого включення результатів моніторингу в систему регіонального управління. Реальна результативність з'являється тоді, коли дані спостережень використовуються для планування природоохоронних заходів, регулювання рекреаційного навантаження, обмеження локальних джерел забруднення, просторового планування та визначення територій підвищеного екологічного ризику [1; 4]. Для територіальних громад, де туристична функція поєднується з вразливими водними екосистемами, затримка між виявленням негативних змін і прийняттям управлінського рішення може призводити до швидкого накопичення екологічних втрат.

На нашу думку, удосконалення моніторингу довкілля на регіональному рівні слід пов'язувати передусім із посиленням ролі територіальних громад у системі спостереження за станом природних ресурсів. Саме на рівні громади найоперативніше виявляються локальні зміни у водних об'єктах, прибережних зонах, лісових територіях і рекреаційних просторах. У зв'язку з цим доцільним є розширення мережі локальних пунктів контролю в екологічно чутливих зонах, насамперед у басейнах малих річок і територіях із високим туристичним навантаженням. Важливого значення набуває також налагодження взаємодії між органами місцевого самоврядування, науковими установами та природоохоронними структурами з метою узгодженого збору та аналізу екологічної інформації.

Не менш важливим напрямом виступає зміцнення матеріально-технічної та кадрової спроможності територіальних громад у сфері моніторингової діяльності. Ефективне спостереження за станом довкілля неможливе без належного технічного забезпечення, яке охоплює сучасне польове обладнання, засоби оперативного вимірювання, доступ до геоінформаційних технологій, картографічного супроводу та інструментів просторового аналізу. Саме завдяки таким засобам громади отримують можливість не лише фіксувати окремі екологічні зміни, а й простежувати їх просторову локалізацію, динаміку та зв'язок із господарським чи рекреаційним навантаженням. Водночас не меншої ваги набуває підготовка фахівців, здатних коректно здійснювати польові спостереження, обробляти отримані дані та інтерпретувати результати з урахуванням місцевих природних умов.

Поряд із технічним і кадровим забезпеченням важливим завданням залишається впровадження єдиних підходів до збору, оброблення та узагальнення інформації. За відсутності методичної узгодженості навіть значний масив спостережень не забезпечує належної аналітичної цінності, оскільки ускладнюється порівняння результатів між різними територіями та часовими періодами. Практичне значення моніторингу зростає за умови, коли його результати безпосередньо включаються в управлінські процеси. Йдеться про планування природоохоронних заходів, визначення територій підвищеного екологічного ризику, регулювання рекреаційного навантаження, контроль за використанням природних ресурсів та обґрунтування місцевих управлінських рішень, спрямованих на збереження екологічної рівноваги й запобігання подальшому погіршенню стану довкілля.

Отже, ефективність моніторингу довкілля на регіональному рівні визначається здатністю забезпечити регулярність спостережень, їх просторову повноту, аналітичну узгодженість і практичне використання отриманих результатів у системі управління. Лише за наявності безперервного збору та зіставлення даних можливо своєчасно виявляти екологічні зміни, оцінювати масштаби антропогенного впливу, встановлювати території підвищеного ризику та обґрунтовувати природоохоронні заходи відповідно до реального стану довкілля. За таких умов моніторинг набуває значення не лише інформаційного, а й

регулятивного інструменту, здатного забезпечувати зв'язок між екологічними спостереженнями, управлінськими рішеннями та плануванням розвитку територій.

Для територіальних громад, особливо в межах Карпатського регіону, моніторинг повинен функціонувати як постійний механізм екологічного контролю та управління природокористуванням, орієнтований на попередження негативних змін і збереження природного потенціалу територій. Особливості гірських екосистем, басейновий характер водокористування, підвищене рекреаційне навантаження та сезонна нерівномірність антропогенного впливу зумовлюють потребу в більш точному, локалізованому й практично зорієнтованому спостереженні. Саме тому подальший розвиток регіонального моніторингу доцільно пов'язувати з активнішою участю громад, використанням сучасних методів вимірювання, інтеграцією наукових підходів у практику місцевого управління та перетворенням екологічної інформації на реальний інструмент ухвалення рішень у сфері охорони довкілля.

Ключові слова: моніторинг довкілля, регіональний моніторинг, територіальні громади, екологічна безпека, природні ресурси, водні об'єкти, антропогенне навантаження, рекреаційне навантаження, Карпатський регіон.

Література

1. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
2. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля : постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>
3. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо державної системи моніторингу довкілля, інформації про стан довкілля (екологічної інформації) та інформаційного забезпечення управління у сфері довкілля : Закон України від 20.03.2023 № 2973-IX. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2973-20#Text>
4. Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827 і від 25 червня 2020 р. № 614 : постанова Кабінету Міністрів України від 07.05.2024 № 513. Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/513-2024-%D0%BF>
5. Кравчинський Р.Л., Хільчевський В.К., Корчемлюк М.В., Стефурак О.М. Моніторинг природних водних джерел Карпатського національного природного парку За ред. В.К. Хільчевського. Івано-Франківськ: Фоліант. 2019. 124 с
6. Бойчук Б. Я., Кузик А. Д., Сиса Л. В. Екологічна оцінка якості води у верхній течії річки Прут. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. 2019. № 19. С. 108–114.

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15 м. Івано-Франківськ,
Україна, 76019

e-mail: iryana.smyk-a10122@nung.edu.ua

Секція 4. Формальна та неформальна освіта у заповідній справі.

Integration of Creative Practices and Digital Technologies into Non-Formal Environmental Education of Schoolchildren Based on Objects of the Nature Reserve Fund

¹Alla NEKOS, ²Nadiia CHERKASHYNA, ¹Sofia UVAROVA,

¹*Department of Environmental Monitoring and Protected Areas Management, Karazin Institute of Environmental Sciences, Green Energy and Sustainable Development*

²*Department of Foreign Languages for Professional Purposes, School of Foreign Languages;
V. N. Karazin Kharkiv National University, UKRAINE*

Non-formal environmental education outside educational institutions, based on national nature parks or other objects of the nature reserve fund, can be a powerful tool for forming responsible attitudes of children towards nature. Modern digital technologies significantly enhance this process: simple mobile applications allow children to quickly identify plants, insects, and birds, record changes in the ecosystem, and create their own digital materials. This approach is particularly effective for schoolchildren aged 10–13 years. Students in grades 5–7 who visit forest areas during school excursions or family outings rarely observe the processes and consequences of anthropogenic impact in dynamics. They do not realize that a single careless action can trigger a chain reaction that will affect the entire landscape. Without personal experience, awareness of these processes remains abstract. It is important for children to understand that recreational pressure on forest ecosystems manifests itself quietly but relentlessly. Trampled paths lead to soil compaction, tree roots lose access to air and moisture, mechanical damage to the bark opens the way for pathogens, and abandoned litter slowly poisons the soil and water bodies. These changes accumulate over the years, leading to disruption of the hydrological regime, reduction of biodiversity, and gradual transformation of the forest into a less resilient system [1].

The review of publications on non-formal environmental education shows almost complete absence of methodological materials for ecological education work with schoolchildren based on national parks. Therefore, we propose a methodological development for the organization of a summer ecological camp for students in grades 5–7 based on the National Nature Park “Slobzhanskyi”. The program of the 4-day eco-camp “Eco-Guards: Stars of the Forest Stage” combines practical immersion of schoolchildren in the natural environment with creative activities, during which they will use digital tools. The attention of schoolchildren is maintained through short stages, with the predominant role given to games, visible results, and team interaction. Equipment in field conditions remains simple, and work is carried out in small groups. Thanks to this, every child not only learns about environmental problems but also feels like an active participant in solving them [2].

A scientific staff member of the park acts as the main organizer, consultant, and mentor of the entire educational and research process. Children observe the forest using applications, create stories in which their favorite animals become guardians of nature, make eco-costumes from improvised materials, and prepare public performances. Every child’s action brings a visible result within 30–60 minutes, while daily reflection in discussions helps to better comprehend the gained experience.

The first day is dedicated to adaptation to the natural environment and formation of basic skills for safe and responsible presence in the forest. After registration and arrival at the camp site, the event “Circle of Acquaintance” takes place, during which each student introduces him/herself

and names one object they love most in nature. Then, the scientific staff member conducts a practical session on setting up tents according to the principle of minimal impact on the environment: choosing a leveled area, correct staking, and stretching the tent. Each team quickly receives a stable tent and feels the result of joint work. After lunch and a short rest, a thematic three-hour field excursion along the park trails is organized. Children work in small groups with digital devices and applications LeafSnap, Picture Insect, and BirdNET, identify plants, species of insects, birds by their songs, and record the consequences of negative human impact. The day ends with an evening reflection in an interesting discussion “My Impressions from the Forest Trail Excursion”.

The second day is fully devoted to group creativity. In the morning, after breakfast and a short eco-briefing, the children are divided into teams of 4–6 people. Each team creates a short story (5–7 minutes), in which favorite animals become guardians of nature that solve real environmental problems of the forest – trampling of paths, presence of litter or damage to tree bark, winter cutting of fir trees, disturbance of anthills, etc. The work is carried out using tablets in Word or Google Docs. After lunch, the teams engage in creative work on making eco-costumes: first, they draw detailed sketches in the ibis Paint X application, and then assemble the costumes using only permitted and safe materials – dry leaves, twigs, and old clothes. The scientific staff member consults, helps to express creativity, and emphasizes the principle “do not harm nature”. The day ends with a reflection, during which each team presents its idea and one example of an eco-costume.

The third day is the day of major presentations. After preparation and final rehearsals, the teams take turns presenting their eco-stories on an improvised stage. Each performance lasts 5–7 minutes and must include an environmental problem, highlight the role of animal eco-heroes, and offer suggestions for human behavior in the environment. After each performance, the scientific staff member conducts express debates: what the children liked, which environmental problem was demonstrated, and what people should do to solve the forest’s environmental problem. The day ends with a final discussion “What Eco-Lessons Did We Learn Today?”, where schoolchildren share their impressions and emotions.

The fourth and final day is dedicated to reflection and farewell to the forest. In the morning, the camp is dismantled according to the zero trace principle: children carefully collect all stakes and tents and thoroughly inspect the territory to leave no litter behind. Then, each student individually makes a creative keepsake – a drawing, poem, short story, or comic about the main lesson from the eco-camp. After the interesting performances, they hold a final briefing “Our Impressions”. The scientific staff member presents each child with a diploma “Star of the Forest Stage – ECO-GUARD OF SLOBOZHANSKYI”, a houseplant in a pot, and a card with QR codes for the applications Plant Identifier: LeafSnap and Planta: AI Plant & Garden Care. These applications allow quick identification of plants from a photo and provide care recommendations at home. The day ends with a farewell and a group photo.

The proposed structure of the summer ecological camp program ensures the gradual formation of key environmental competencies in schoolchildren. It begins with practical skills for safe and responsible presence in the forest, continues with creative understanding of environmental problems, and ends with the formation of a stable value-based attitude toward nature. Thanks to this, students not only acquire theoretical knowledge about recreational pressure on forest ecosystems, but personally experience its consequences through the creation of their own stories and creative performances. This approach makes environmental lessons deeply personal and unforgettable. It corresponds to the psychological and pedagogical foundations of environmental knowledge formation [1] and contributes to the development of ecological thinking of students in the educational process [2].

The expected learning outcomes cover three interrelated levels. At the cognitive level, children gain a deeper understanding of human impact on forest ecosystems, the role of animals in maintaining natural balance, and the mechanisms of recreational pressure. At the practical level, they acquire specific skills: correctly setting up and dismantling a camp according to the zero trace principle, working with digital tools (Plant Identifier: LeafSnap and Planta: AI Plant & Garden Care) for observing nature, creating eco-costumes with respect for the environment, confidently performing in front of peers, and participating in discussions. At the emotional-value level, a positive attitude toward nature is formed, along with a sense of personal responsibility for its preservation and a strong motivated desire to continue environmental activities in the future. This approach contributes to the formation of an ecological worldview of schoolchildren using the opportunities of nature reserve fund's objects [3], integrates natural science research and gadgets into the educational process [4], and emphasizes the role of environmental education as a strategic factor in the culture of future society [5]. The implementation of such an educational format in the departments of ecological education of nature reserve objects will contribute to better management of recreational pressure on protected areas and will help form the ecological worldview of schoolchildren through direct contact with nature [6].

Keywords: *non-formal environmental education, objects of the nature reserve fund, eco-camp, ecological worldview, creative practices, digital tools, National Nature Park "Slobozhanskyi".*

References

1. Петрук О. М. Антропогенне навантаження на території природно-заповідного фонду: методи оцінки і управління ризиками. Актуальні питання біотехнології, екології та природокористування. Харків : Державний біотехнологічний університет, 2025. С. 245–247. URL: <https://repo.btu.kharkiv.ua/server/api/core/bitstreams/e5e7906c-dba6-4b34-9159-0f0e5d4a6eb6/content>
2. Касіянова О. А. Розвиток екологічного мислення учнів у навчально-виховному процесі. Сучасна освіта та наука: проблеми, перспективи, інновації : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Київ : Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, 2024. С. 181–183. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/34763/Kasianova.pdf?sequence=1>
3. Уварова С. Д. Формування екологічного світогляду школярів на базі об'єктів природно-заповідного фонду. Трансформаційні підходи до сталого розвитку: екологічна освіта, наука та природоохоронні практики для відбудови України : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Житомир, 22–26 верес. 2025 р. Житомир : Житомирська політехніка, 2025. С. 183-184 URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2025/11/povnyj-tekst.pdf>
4. Некос А. Н., Безсонний В. Л., Уварова С. Д. Від спостереження до дії: інтеграція природничих досліджень та гаджетів у екологічній освіті. Сучасні досягнення та перспективи науки та освіти : матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції / Міжнародний гуманітарний дослідницький центр (м. Житомир, 26 жовтня 2025 р.). Research Europe, 2025. С.43-46 DOI: <https://doi.org/10.64076/ihrc251026>
5. Некос А. Н., Кочанов Е. О., Уварова С. Д. Екологічна освіта як стратегічний чинник формування культури майбутнього суспільства. Охорона довкілля : матеріали XXI Всеукр. наук. Таліївських читань, Харків : Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, 2025. С. 252-255 URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2025/11/taliev-2025.pdf>
6. Екологічна освіта та екологічне виховання. ЕІАР, 2023. URL: <http://elar.nung.edu.ua/bitstream/123456789/7387/1/7178p.pdf>

Address: Svobody Square, 6, Kharkiv, Ukraine
email: sofiia.uvarova@student.karazin.ua

Концепція інтелектуальної екосистеми моніторингу енергоспоживання та акустичного навантаження (S.E.N.S.E.)

Світлана БУРЧЕНКО, Анастасія КЛЄЩ, Неоніла ВІКТОРОВА, Дмитро ЛАПТЄВ,
Гліб ПАРШУКОВ, Карина РЕДЬКО

*Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

В межах проєкту Erasmus+ «DOMANI – Розвиток екосистем мікрокваліфікацій в Україні та Монголії для конкурентоспроможної та стійкої зеленої економіки» студенти Каразінського ННІ екології, зеленої енергетики та сталого розвитку взяли участь міжнародному хакатоні Fresh AIR 2026, який проходив в Одесі з 2 по 4 квітня 2026 року у гібридному форматі.

Студенти Каразінського університету представили проєкт S.E.N.S.E. (Smart Energy & Noise Surveillance Ecosystem). Ця ідея є інноваційною міждисциплінарною концепцією, спрямованою на комплексне вирішення системних проблем сучасного урбанізованого середовища України, які мають як інфраструктурний, так і соціально-екологічний характер. У центрі дослідження перебуває ідея трансформації міської інфраструктури з пасивної, енергозалежної та реактивної системи у динамічну, автономну та інтелектуальну екосистему, здатну адаптуватися до кризових умов і забезпечувати сталий розвиток. Особливу актуальність проєкту визначає контекст України, де міста функціонують в умовах енергетичного дефіциту, зростання рівня шумового забруднення та обмеженої ефективності механізмів екологічного контролю.

Енергетичний аспект проблеми є фундаментальним, оскільки дефіцит генерації електроенергії безпосередньо впливає на базові міські сервіси, зокрема систему вуличного освітлення, яка традиційно споживає значну частку муніципального бюджету [1]. Умови регулярних перебоїв з електропостачанням підсилюють вразливість інфраструктури та знижують рівень безпеки у міському просторі. У відповідь на це S.E.N.S.E. пропонує впровадження автономних IoT-вузлів освітлення, що працюють на основі сонячної енергії та акумуляторних систем. Ключовим елементом є адаптивна логіка освітлення, яка передбачає підтримання мінімального рівня яскравості (5%) у стані без активності та миттєве підвищення до 100% при детекції руху [2]. Такий підхід дозволяє не лише забезпечити безперервність освітлення навіть у разі блекаутів, але й досягти значного зниження енергоспоживання – до 80% у порівнянні з традиційними системами.

Водночас проєкт виходить за межі енергетичної оптимізації та охоплює проблему акустичного забруднення, яка дедалі більше визнається одним із ключових факторів негативного впливу на здоров'я населення. Урбаністичний шум створює постійний стресовий фон, що впливає на психоемоційний стан людини та пов'язаний із ризиками розвитку депресивних розладів. Крім того, він порушує екологічний баланс, впливаючи на поведінку та виживання біологічних видів, які виступають природними індикаторами стану міського середовища. У цьому контексті S.E.N.S.E. пропонує принципово новий підхід до моніторингу шуму – від кількісного вимірювання до якісного семантичного аналізу. Модуль Acoustic AI базується на використанні нейронних мереж, які аналізують аудіосигнали у вигляді спектрограм, що дозволяє системі ідентифікувати джерело звуку [3]. Такий підхід забезпечує розрізнення між антропогенними та природними звуками, а також визначення потенційно небезпечних або незаконних шумових подій. Це створює основу для

формування багатовимірних карт акустичного стану міста, які можуть використовуватися як для оперативного реагування, так і для стратегічного планування.

Важливим компонентом екосистеми є модуль Eco-Verdict, який інтегрує технології моніторингу з юридичними механізмами. Його функціональність полягає у трансформації зібраних даних у юридично значущі цифрові докази, що відповідають сучасним вимогам до електронного судочинства [4]. Система автоматично визначає факт порушення, співставляє його з нормативними значеннями шуму, формує доказову базу та ініціює процес притягнення до відповідальності [4]. Це суттєво знижує бар'єр доступу громадян до захисту своїх екологічних прав та підвищує ефективність правозастосування.

Особливістю S.E.N.S.E. є інтеграція природоорієнтованих рішень, що підкреслює його екологічну спрямованість. Використання вертикальних зелених систем дозволяє знижувати рівень шуму та покращувати якість міського середовища. Рослинність виконує функцію природного акустичного бар'єру, забезпечуючи поглинання та розсіювання звукових хвиль. Додатково система використовує роботизовані рішення для обслуговування зелених фасадів, що підвищує ефективність їх функціонування та знижує витрати на утримання.

З точки зору урбаністики, проєкт S.E.N.S.E. демонструє перехід до нової моделі управління містом – алгоритмічної та дано орієнтованої. Аналіз міжнародного досвіду показує, що впровадження smart-технологій у містах, таких як Барселона чи Сінгапур, дозволяє досягати значної економії ресурсів та підвищення ефективності управління. Проте на відміну від класичних централізованих моделей, S.E.N.S.E. орієнтується на децентралізовану та стійку архітектуру, що особливо важливо в умовах криз та нестабільності. Економічна доцільність проєкту підтверджується можливістю його реалізації через механізми енергосервісних контрактів, які дозволяють фінансувати модернізацію інфраструктури за рахунок майбутніх енергетичних заощаджень. Окрім прямого економічного ефекту, система створює значну соціальну цінність через покращення здоров'я населення, підвищення рівня безпеки та формування більш прозорого і справедливого механізму екологічного контролю. У стратегічній перспективі S.E.N.S.E. може стати основою для розвитку прогностичної аналітики у сфері міського управління. Накопичення даних дозволить створювати моделі, здатні передбачати екологічні ризики та енергетичні навантаження, що відкриває можливості для переходу від реактивного до превентивного управління.

Таким чином, S.E.N.S.E. виступає як комплексне рішення, що поєднує технологічні, екологічні та правові інструменти для формування стійкого міського середовища. Його впровадження здатне не лише оптимізувати використання ресурсів, але й суттєво підвищити якість життя населення, забезпечити ефективний захист екологічних прав та створити передумови для довгострокового сталого розвитку міст України в умовах сучасних викликів.

Участь у хакатоні в межах проєкту DOMANI дозволила студентам не лише спробувати себе у ролі іноваторів, а й практично визначити необхідний набір професійних компетентностей для фахівців майбутнього. Цей досвід став реальним кейсом для розвитку гнучких навичок у сфері енергоефективності, акустичного моніторингу та екологічного права, що є фундаментальною основою для формування індивідуальних траєкторій навчання через систему мікрокваліфікацій. Таким чином, подібні змагання виступають платформою для верифікації змісту нових освітніх програм, забезпечуючи їхню відповідність актуальним запитам стійкої зеленої економіки та конкурентоспроможності випускників.

Ключові слова: *хакатон, DOMANI, розумне місто, шумове забруднення, штучний інтелект, автономне освітлення, сталий розвиток*

Література.

1. Дефіцит електроенергії в Україні збережеться у 2024–2025 роках : звіт НБУ. URL: <https://suspilne.media/738399-deficit-elektroenergii-v-ukraini-zberezetsa-u-2024-2025-rokah-zvit-nbu/> (дата звернення: 10.04.2026)
2. Vadi S. Design and Implementation of an Off-Grid Smart Street Lighting System Using LoRaWAN and Hybrid Renewable Energy for Energy-Efficient Urban Infrastructure. *Sensors*. 2025. Vol. 25. № 5579. URL: <https://doi.org/10.3390/s25175579> (дата звернення: 10.04.2026).
3. Rajapaksha R. G. S. R., Gamage G. W. K., Senevirathna L. S., Wijesiriwardana C. P., Jayawardena C., Dharmaratne A. T. Soundscapes in Spectrograms: Pioneering Multilabel Classification for South Asian Sounds. arXiv preprint. 2026. arXiv:2603.08154v1. URL: <https://arxiv.org/html/2603.08154v1> (дата звернення: 10.04.2026).
4. Gani M., Nesterenko O. Digital Evidence Barriers Overcoming in the Ukrainian case: New Actors and Standards. *Revista Brasileira de Direito Processual Penal*. 2023. Vol. 9. № 2. Р. е2311. URL: <https://www.scielo.br/j/rbdpp/a/CvHWpzHXGnDRkf76CNyVSLB/?lang=en&format=pdf> (дата звернення: 10.04.2026)



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна

e-mail: s.burchenko@karazin.ua, klieshch@karazin.ua, neonila.viktorova@student.karazin.ua,
dmytro.laptiev@student.karazin.ua, parshukov2021.9512124@student.karazin.ua, Redko.Karyna@student.karazin.ua

Цифрові інновації в екологічному моніторингу: досвід хакатону як інструменту неформальної освіти при розробці проєкту AGROIMPACT AI

Аліна ГРЕЧКО, Дмитро ДОЛЯ, Дар'я РАДЧЕНКО,
Анастасія ШЕВЧЕНКО, Денис ПЕГАСШЕВ

*кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна*

Сучасні виклики у сфері охорони довкілля, зумовлені як антропогенним тиском, так і прямими воєнними діями на території України, вимагають не лише поглиблених фахових знань, а й здатності швидко інтегрувати міждисциплінарні підходи, працювати з великими масивами даних та створювати дієві технологічні рішення. У цьому контексті традиційна формальна освіта, яка забезпечує фундаментальну підготовку, часто не встигає за динамікою змін. Натомість неформальна освіта — зокрема у форматі хакатонів, воркшопів та інтенсивних змагальних програм — стає ефективним інструментом формування прикладних компетентностей, командної роботи та інноваційного мислення.

Метою даної роботи є аналіз досвіду участі студентської команди Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна у міжнародному хакатоні в межах проєкту Еразмус+ DOMANI як форми неформальної освіти, а також презентація розробленого в його межах проєкту AgroImpact AI — цифрової платформи для екологічного моніторингу територій, зокрема тих, що зазнали впливу війни.

Дослідження базується на якісному аналізі освітнього процесу в межах міжнародного хакатону, організованого за підтримки проєкту Еразмус+ DOMANI. Участь команди «Green KaMinds» (Д. Доля, Д. Радченко, А. Шевченко, Д. Пегашев) відбувалася в кілька етапів: конкурсний відбір (16 заявок, відбір 8 найсильніших учасників, сформовано 2 команди), тимбілдинг у Харківському зоопарку, менторський супровід (доц. А. Гречко та доц. С. Бурченко, доц. Клещ А.А.), 48-годинний інтенсивний марафон розробки прототипів та фінальний пітчинг перед журі. Усього в хакатоні змагалися 37 команд із різних міст України та світу.

Такий формат неформальної освіти характеризувався:

- динамічним менторством — викладачі виступали фасилітаторами, спрямовуючи, але не визначаючи кінцеве рішення;
- трансдисциплінарністю — об'єднанням знань з екології, ландшафтознавства, ґрунтознавства та геоінформатики;
- змагальністю та зворотним зв'язком — публічним захистом перед експертним журі, що моделювало реальні умови презентації проєктів стейкхолдерам.

Військові дії на території України спричинили безпрецедентне навантаження на агроландшафти та території природно-заповідного фонду. Вибухи призводять до механічної деградації ґрунтів (вирви, переуцільнення), хімічного забруднення важкими металами та токсичними сполуками, знищення рослинного покриву та формування довгострокових ризиків для екосистем і сільського господарства. Значна частина цих впливів є латентною, однак критично важливою для подальшого безпечного використання земель.

Попри масштаб проблеми, в Україні наразі відсутня єдина інтегрована система, яка дозволяє швидко та комплексно оцінювати такі пошкодження. Існуючі підходи

залишаються фрагментарними, повільними та не інтегрованими між собою. Саме для подолання цієї прогалини команда «Green KaMinds» запропонувала проєкт AgroImpact AI — інтелектуальну GIS-платформу для автоматизованого моніторингу пошкоджених війною земель.

Алгоритм роботи системи включає наступні етапи:

Збір даних — автономні безпілотні літальні апарати (БПЛА) здійснюють зйомку територій високої роздільної здатності без потреби в постійному втручанні пілота, що є критичним для потенційно замінованих ділянок.

Комп'ютерний аналіз — алгоритми комп'ютерного зору автоматично ідентифікують вирви, оцінюють їхні параметри (глибина, діаметр, об'єм винесеного ґрунту) та виявляють зони потенційного хімічного забруднення.

Інтелектуальна оцінка — моделі штучного інтелекту аналізують стан ґрунтового покриву, рівень пошкоджень та формують «цифровий паспорт» земельної ділянки з рекомендаціями щодо її відновлення або консервації.

Інтеграція в ГІС — результати накладаються на екологічні шари, супутникові знімки та, в перспективі, на дані Державного земельного кадастру України, створюючи єдиний інтерактивний інструмент підтримки рішень.

Очікувані результати впровадження включають: скорочення часу аналізу на 70–90%, зниження витрат на моніторинг до 60% порівняно з традиційними методами, можливість оперативного створення карт екологічного ризику та аналітичних звітів для фермерів, органів державної влади, екологічних служб, міжнародних організацій та інвесторів.

Хоча команда «Green KaMinds» не потрапила до числа переможців, участь у хакатоні дала безцінний досвід: відпрацювання навичок публічної презентації технічно складних проєктів, отримання експертного зворотного зв'язку, нетворкінг з іншими командами, а також розуміння сильних і слабких сторін власного рішення.

Хакатони, як формат неформальної освіти, є ефективним доповненням до формальної академічної підготовки у сфері екологічного моніторингу та заповідної справи. Вони дозволяють студентам за короткий час опанувати навички міждисциплінарної командної роботи, прототипування та презентації інноваційних рішень.

Синергія формальної та неформальної освіти в межах ініціатив, подібних до Еразмус+ DOMANI, є стратегічним напрямом підготовки фахівців, здатних ефективно реагувати на екологічні виклики воєнного та повоєнного часу.

Ключові слова: *AgroImpact AI, Хакатон, проєкт Еразмус+ DOMANI, неформальна освіта, моніторинг довкілля, штучний інтелект, ГІС-платформа, відновлення земель.*



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна

e-mail: a.a.hrechko@karazin.ua

Мікрокваліфікаційна програма «Біорізноманіття міських ландшафтів» проєкту Erasmus+ DOMANI: можливості післядипломної освіти з моніторингу довкілля та управління міськими екосистемами

¹Аліна ГРЕЧКО, ¹Надія МАКСИМЕНКО, ²Антон ШКАРУБА

¹ кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

Естонський університет наук про життя, ЕСТОНІЯ

Сучасний стан довкілля в умовах зростаючої урбанізації, змін клімату та воєнних викликів в Україні потребує нових підходів до підготовки фахівців, здатних ефективно здійснювати моніторинг, оцінювати стан та впроваджувати заходи зі збереження біорізноманіття в міському середовищі. Традиційні форми формальної освіти часто є недостатньо гнучкими для оперативного реагування на ці виклики, а неформальна освіта не завжди має механізми офіційного визнання. Саме тому мікрокваліфікаційні програми — короткострокові, структуровані, практико-орієнтовані курси з присвоєнням кредитів ЄКТС — стають ефективним інструментом підвищення кваліфікації у цій сфері.

У межах міжнародного проєкту Erasmus+ DOMANI № 101179859 «DOMANI – Розвиток екосистем мікрокваліфікацій в Україні та Монголії для конкурентоспроможної та стійкої зеленої економіки» на кафедрі екологічного моніторингу та заповідної справи навчально-наукового інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна розроблено мікрокредитну програму «Біорізноманіття міських ландшафтів» обсягом 3 кредити ЄКТС (90 академічних годин).



Рис. 1. Загальна візія курсу «Біорізноманіття міських ландшафтів»

Мета програми — формування у слухачів системних знань про біорізноманіття міських ландшафтів, його структурно-функціональну організацію та екологічну роль, а також розвиток практичних умінь із проведення моніторингу, оцінювання стану та розроблення заходів зі збереження і відновлення біорізноманіття в умовах урбанізованого середовища. Програма спрямована на підготовку фахівців, здатних інтегрувати принципи сталого розвитку в управління міськими екосистемами та впроваджувати природоорієнтовані рішення для підвищення екологічної стійкості міських територій.

Мікрокредитна програма «Біорізноманіття міських ландшафтів», розроблена в межах проєкту Erasmus+ DOMANI, є прикладом ефективного поєднання академічної якості формальної освіти з гнучкістю та практичною орієнтацією неформальної. Вона може стати дієвим інструментом підвищення кваліфікації для широкого кола фахівців, залучених до моніторингу довкілля, управління міськими екосистемами та впровадження сталого розвитку в міських територіях.

Програма орієнтована на широке коло фахівців, які працюють у міському середовищі або дотичні до питань міського довкілля.

Таблиця 1.

Коло фахівців, яке охоплює програма «Біорізноманіття міських ландшафтів»

<i>Категорія слухачів</i>	<i>Потенційний ефект від навчання</i>
Фахівці департаментів екології, земельних ресурсів та містобудування органів місцевого самоврядування	Набуття компетентностей із впровадження зелено-блакитної інфраструктури та природоорієнтованих рішень у міське планування
Працівники комунальних підприємств із утримання зелених зон	Оволодіння сучасними методиками моніторингу та збереження міського біорізноманіття
Екологи та фахівці державних природоохоронних структур	Вдосконалення підходів до оцінювання стану урбоекосистем
Науковці та викладачі (екологи, біологи, географи)	Отримання міжнародно визнаного сертифіката з кредитами ЄКТС як частина формального підвищення кваліфікації
Архітектори та містопланувальники	Інтеграція принципів збереження біорізноманіття в проєкти міського розвитку
Студенти та магістранти екологічних спеціальностей	Формування додаткових компетентностей паралельно з основним навчанням
Громадські активісти та представники ОСББ	Систематизація знань для участі в озелененні та екологізації міських територій

Курс «Біорізноманіття міських ландшафтів» / «Biodiversity of Urban Landscapes» реалізується в електронному середовищі на платформі Moodle Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Навчальний процес організовано за модульним принципом і включає чотири змістові розділи, практичну складову та підсумкову атестацію.

Програма складається з чотирьох розділів, практичного блоку і кластеру контролю знань. Розділ 1 «Вступ до біорізноманіття міських ландшафтів: поняття, структура, функції, сучасні виклики» висвітлює феномен міського біорізноманіття, особливості біоти місько-промислових територій (парадокси та перспективи), а також структуру та функції міської біоти. Розділ 2 «Урбановісність: структура, фракційний аналіз, антропогенна трансформація»

присвячено таксономічному та біоморфологічному складу урбанofлори, фракційному аналізу (аборигенна versus адвентивна фракції), а також проблемам антропогенної трансформації флори та фітоінвазій. Розділ 3 «Урбоєкосистеми: особливості організації, фактори впливу, оцінка екологічного стану» розкриває структуру та особливості організації урбаністичних екосистем, сучасні виклики та фактори впливу на міське середовище, а також методологію оцінки екологічного стану та стратегії сталого розвитку урбоєкосистем. Розділ 4 «Зелено-блакитна інфраструктура та природоорієнтовані рішення у збереженні біорізноманіття» знайомить слухачів із концепцією зелено-блакитної інфраструктури, природоорієнтованими рішеннями (Nature-Based Solutions), а також стратегіями управління та залучення громади до збереження міського біорізноманіття.

Всі розділи містять лекції з відеосупроводом, систему експрес-контролю, тест та самостійну роботу. Після успішного опанування всіх змістових модулів, виконання практичних та самостійних робіт слухач складає атестаційний іспит у формі тесту, який охоплює теоретичну та практичну складові курсу. За результатами успішного складання видається сертифікат встановленого зразка із зазначенням 3 кредитів ЄКТС.

Курс супроводжується розгорнутими методичними рекомендаціями до кожного розділу, списком рекомендованої літератури, глосарієм ключових термінів, а також форумом для обговорень та чатом для комунікації між учасниками. До кожної лекції створено відеоматеріали, які відтворюються безпосередньо на платформі курсу.

Мікрокредитна програма «Біорізноманіття міських ландшафтів», розроблена в межах проєкту Erasmus+ DOMANI може стати дієвим інструментом підвищення кваліфікації для широкого кола фахівців, залучених до моніторингу довкілля, управління міськими екосистемами та впровадження сталого розвитку в міських територіях.

Ключові слова: мікрокредитна програма, проєкт Еразмус+ DOMANI, біорізноманіття міських ландшафтів, моніторинг довкілля, урбоєкосистеми, зелено-блакитна інфраструктура, природоорієнтовані рішення, підвищення кваліфікації.



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: a.a.hrechko@karazin.ua

Мікрокваліфікаційна програма «Дистанційний моніторинг навколишнього середовища» як інструмент повоєнного переходу до зеленої економіки в Україні (досвід розробки в межах проєкту Еразмус+ DOMANI)

Анастасія КЛЄЩ

*кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

Повномасштабна війна в Україні спричинила безпрецедентне техногенне навантаження на довкілля: руйнування промислових об'єктів, забруднення ґрунтів і вод, пожежі на нафтобазах, пошкодження заповідних територій. При цьому значна частина постраждалих територій залишається недоступною для польових екологічних досліджень через мінування, бойові дії або тимчасову окупацію. Саме для таких територій дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) стає не альтернативою, а єдиним можливим безпечним методом моніторингу довкілля. Водночас зростає попит на фахівців, здатних ефективно використовувати супутникові знімки, спектральні індекси та ГІС-аналіз для оцінки екологічних загроз. Це актуалізує потребу в набутті відповідних компетентностей з екологічного аналізу даних ДЗЗ. Відповіддю на цей виклик стала розробка мікрокваліфікаційної програми «Дистанційний моніторинг навколишнього середовища» в межах проєкту Еразмус+ DOMANI.

Мета програми — формування у здобувачів вищої освіти та фахівців природоохоронної галузі комплексної системи знань і практичних навичок щодо використання методів ДЗЗ та геоінформаційних технологій у моніторингу довкілля. Програма спрямована на цифрову трансформацію екологічного моніторингу через впровадження алгоритмів аналізу космічних знімків, що сприяє об'єктивній оцінці стану довкілля, ефективному прогнозуванню екологічних загроз та прийняттю обґрунтованих управлінських рішень. Ключовий акцент зроблено саме на моніторингу як системі довгострокових спостережень, а не на разовому аналізі окремих знімків, що дозволяє відстежувати динаміку екосистемних змін і оцінювати ефективність природоохоронних заходів у часі.

Програма орієнтована на широку аудиторію: студентів-бакалаврів та магістрів екологічних спеціальностей, викладачів закладів вищої освіти, фахівців природоохоронних установ, працівників ДСНС, а також представників органів місцевого самоврядування, відповідальних за екологічну безпеку територій. Програма розрахована на 3 кредити ЄКТС (90 годин), з яких 24 години — лекції, 24 години — практичні заняття, решта — самостійна робота. Рівень освітньої програми — НРК-7 (другий цикл QF-EHEA), що відповідає магістерському рівню та передбачає здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання в сфері екологічного моніторингу. Навчання відбувається в онлайн-форматі, що забезпечує доступність для слухачів із різних регіонів України, зокрема з тимчасово окупованих і прифронтових територій. Програма складається з трьох змістових модулів: «Основи дистанційного моніторингу навколишнього середовища» (0,5 кредиту), «Дистанційні технології аналізу екологічних процесів» (1 кредит), «Системи дистанційного моніторингу довкілля та прийняття рішень» (0,5 кредиту), а також практичного компонента (1 кредит). Атестація проводиться у формі комплексного тесту.

Ключовим результатом навчання є формування системи компетентностей, необхідних для роботи з даними ДЗЗ в умовах обмеженої інформації та високої динаміки змін довкілля. У табл. 1 наведено співвідношення між окремими компетентностями, конкретними вміннями, які вони забезпечують, та їхнім прикладним застосуванням.

Таблиця 1

Реалізація компетентностей мікрокваліфікаційної програми у конкретних завданнях екологічного моніторингу

Вміння	Прикладне застосування в моніторингу довкілля
Здатність до пошуку, оброблення, аналізу інформації з різних джерел та візуалізації даних (ЗК 6)	
Обирати супутникові знімки відповідно до завдань моніторингу	Вибір супутникових знімків із прийнятним рівнем хмарності для оцінки параметрів довкілля
Розраховувати спектральний індекс NDVI	Оцінка продуктивності посівів на ділянках поля після підтоплення
Розраховувати спектральний індекс NDWI	Виявлення межі затоплення території внаслідок руйнування дамби
Розраховувати спектральний індекс NBR	Визначення площі вигорання лісу та ступеня пошкодження рослинності
Здатність застосовувати нові підходи до аналізу та прогнозування складних явищ (ФК 4)	
Аналізувати часові серії супутникових даних	Виявлення тенденцій динаміки змін довкілля (напр., обміління річки на основі часового ряду за 5 років)
Виявляти тренди екосистемних змін	Фіксація трендів змін природних та антропогенних територіальних комплексів довкілля
Здатність до організації робіт з оцінки екологічного стану в умовах неповної інформації (ФК 7)	
Використовувати хмарну платформу Google Earth Engine (GEE)	Автоматичний розрахунок індексів за кілька років без завантаження знімків (через скрипт у GEE)
Працювати з даними різної просторової роздільної здатності	Обґрунтований вибір супутникових знімків для регіонального аналізу або для локального моніторингу
Здатність до швидкої адаптації професійних навичок у сфері ДЗЗ (ДК 1, DOMANI)	
Застосовувати автоматизований алгоритм MNDWI	Автоматичне виділення водної поверхні на знімку після розливу нафти
Здатність застосовувати хмарні технології для аналізу даних про довкілля (ДК 2, DOMANI)	

Вміння	Прикладне застосування в моніторингу довкілля
Користуватися геопорталом Copernicus	Пошук та отримання знімків за конкретну дату для фіксації моменту змін параметрів довкілля
Створювати цифрові бази геопросторових даних	Формування структурованих масивів просторових даних для подальшого аналізу та картографування

У контексті повоєнного переходу до зеленої економіки описаний комплекс компетентностей дозволяє вирішувати конкретні прикладні завдання: здійснювати дистанційну оцінку пошкоджень довкілля на прифронтових та тимчасово окупованих територіях, виявляти пожежі, витоки нафтопродуктів, руйнування ґрунтового покриву, а також документувати екологічні злочини для міжнародних судових процесів. Крім того, програма сприяє формуванню кадрового потенціалу для екологічного аудиту, землевпорядкування та моніторингу відбудови, а також інтеграції України до європейської системи моніторингу Copernicus.

Таким чином, ця мікрокваліфікаційна освітня програма націлена на забезпечення не лише опанування окремих технічних навичок, а й цілісну методологію дистанційного моніторингу екосистем, що є критичним для прийняття рішень у сфері повоєнної відбудови та сталого розвитку. Завдяки поєднанню необхідного теоретичного фундаменту знань із практичним застосуванням хмарних технологій та відкритих геопорталів, слухачі отримують інструментарій, необхідний для ефективної роботи в умовах обмеженого доступу до територій та високої динаміки змін довкілля.

Мікрокваліфікаційна освітня програма «Дистанційний моніторинг навколишнього середовища» дозволяє за короткий термін отримати практичні компетентності, необхідні для роботи в умовах неповної інформації та високої динаміки змін. Розроблений курс є прикладом короткострокового, практико-орієнтованого формату мікрокваліфікаційних освітніх програм, який може бути масштабований в інших закладах вищої освіти України та відповідає європейським стандартам підготовки фахівців для зеленої економіки.

Ключові слова: мікрокваліфікація, дистанційний моніторинг, ДЗЗ, зелена економіка, повоєнне відновлення, проєкт DOMANI



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: klieshch@karazin.ua

Методи командоутворення як складник неформальної освіти в підготовці до екохакатону: кейс Каразінського університету в проєкті DOMANI

Анастасія КЛЄЩ, Аліна ГРЕЧКО, Світлана БУРЧЕНКО

*кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи, Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА*

У сучасній вищій екологічній освіті дедалі більшого значення набувають інтенсивні формати навчання, зокрема хакатони, що інтегрують академічні знання з практичним вирішенням реальних екологічних викликів у стислі терміни. У межах проєкту Еразмус+ DOMANI (Developing Micro-credentials Ecosystems in Ukraine and Mongolia for Competitive and Resilient Green Economies) Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна взяв участь у міжнародному екологічному хакатоні FRESH AIR 2026. Ключовою особливістю підготовчого етапу стало цілеспрямоване застосування методів командоутворення (team building) як обов'язкового складника неформальної освіти, що передував інтенсивній 48-годинній роботі над проєктами. Це набуває особливої актуальності з огляду на те, що повномасштабна війна в Україні, яка триває з 2022 року, зумовила перехід навчання в Каразінському університеті переважно в онлайн-формат. У віртуальному середовищі студенти позбавлені можливості природного набуття якісних навичок академічної комунікації та розвитку комунікативних soft skills. Саме тому організоване командоутворення, що виходить за межі суто розважальної функції, набуває критичного значення як інструмент компенсації дефіциту живої взаємодії та формування командних компетентностей, необхідних для ефективної проєктної роботи в умовах дистанційної освіти.

Відбір учасників здійснювався на конкурсних засадах. На 16 поданих заявок комісія з п'яти викладачів-учасників проєкту DOMANI провела анонімне оцінювання за чотирма блоками: мотиваційний лист (макс. 50 балів), фахові навички (макс. 12 балів), відповідність тематичним кластерам (макс. 18 балів) та рівень володіння англійською мовою (макс. 20 балів). Мотиваційний лист оцінювався за десятьма критеріями (від чіткості мотивації до рефлексії власного досвіду) за 5-бальною шкалою, що дозволило виявити не лише фахову підготовку, а й особистісну готовність до командної роботи та міжнародної комунікації. За результатами оцінювання відібрано вісім найсильніших учасників, об'єднаних у дві команди.

Вирішальним етапом підготовки став захід із командоутворення у Харківському зоопарку, побудований як командний квест із шести завдань. З позицій неформальної освіти цей формат реалізував ключові принципи: навчання через дію та створення позитивного стресу в безпечному середовищі. Методична цінність запропонованих вправ полягала не в їхній складності, а в навмисному конструюванні ситуацій «безпечного абсурду» — умов, де учасники мають діяти спонтанно, не боячись помилитися чи виглядати смішно. Кожне завдання виконувало специфічну функцію: «Стежка тигра» (конкурс на найгрізніший рик) долала соціальну інгібіцію та знімала мовленнєві затиски; «Жираф'ячий баскетбол» та «Хоботна естафета» формували навички невербальної координації та взаємного налаштування; «Німа сцена з совою» розвивала емпатію та здатність розуміти партнера без слів; «Ему-забіг з перешкодами» вимагав синхронізації рухів і спільного подолання перешкоди; «Синхронне позіхання з левачами» створювало ефект спільного ритуалу.

завершення, що посилює почуття групової єдності. Змагальний формат був присутнім, однак мав доброзичливий характер: учасники разом виконували завдання, спільно проводили дозвілля та жартували, що дозволило «зламати кригу» спілкування та створити атмосферу довіри. Кожне завдання супроводжувалося жартівливим питанням вікторини, відповіді на яке давали літери, що склали кодове слово, яке символічно об'єднало учасників. Це сприяло формуванню внутрішньогрупової ідентичності, зниженню комунікативних бар'єрів та створенню емоційно безпечного середовища для подальшої інтенсивної роботи.

Після завершення квесту команди обрали власні назви та отримали менторський супровід: команду «Karazin EcoPunks» супроводжувала доцентка С. Бурченко, а команду «Green KaMinds» — доцентка А. Гречко. Ментори допомогли розподілити ролі відповідно до виявлених під час командоутворення сильних сторін учасників. Протягом 48 годин хакатону команди розробили конкурентоспроможні проєкти: «Karazin EcoPunks» створили прототип S.E.N.S.E. (Smart-Energy & Noise Surveillance Ecosystem) — систему автономного сонячного освітлення з ШІ-моніторингом шумового забруднення; «Green KaMinds» розробили прототип AgroImpact AI — платформу автоматизованого аналізу пошкоджених війною сільськогосподарських земель за допомогою дронів та ШІ.

Аналіз підготовчого етапу показав, що застосування комплексу методів командоутворення (рольові ігри, квестові механіки, тілесно-орієнтовані вправи, спільне подолання гумористичних перешкод) на етапі підготовки до хакатону сприяло: формуванню психологічної сумісності учасників; чіткому розумінню рольової структури команди; підвищенню стресостійкості під час інтенсивної роботи; розвитку невербальної комунікації.

Отже, досвід цього кейсу показав, що цілеспрямоване командоутворення перед хакатоном зарекомендувало себе як дієвий інструмент підготовки студентів, які навчаються переважно онлайн. Він може бути корисним для інших закладів освіти, що планують долучати студентів до міжнародних хакатонів.

Ключові слова: командоутворення, методи командоутворення, неформальна освіта, екохакатон, DOMANI



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: klieshch@karazin.ua

Формальна, неформальна та інформальна освіта у формуванні екологічної культури

Ірина КОРЖАК

*кафедра екології, факультет природничих наук
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, УКРАЇНА*

В умовах зростання антропогенного навантаження на довкілля та необхідності збереження біологічного різноманіття особливої актуальності набуває екологічна освіта. Вона охоплює безперервний процес навчання у формальній, неформальній та інформальній (спонтанній) формах [1], сприяючи формуванню екологічної свідомості, підвищенню рівня обізнаності населення та відповідального ставлення до природних ресурсів. Це створює підґрунтя для розвитку екологічної культури та реалізації принципів сталого розвитку.

Провідна роль у підготовці фахівців у сфері екології та заповідної справи належить формальній освіті. Вона здійснюється в навчальних закладах, має чітку визначену структуру, цілі й тривалість і завершується отриманням відповідного документа. Саме формальна освіта забезпечує структуроване та послідовне засвоєння базових знань з екології, біології, географії, природокористування та інших суміжних дисциплін.

Освітні програми формують необхідну теоретичну основу для розуміння закономірностей функціонування природних екосистем, їх охорони та раціонального використання ресурсів. Водночас вони розвивають аналітичне мислення, дослідницькі навички та вміння працювати з нормативно-правовою базою. Це забезпечує підготовку до професійної діяльності та сприяє формуванню професійної ідентичності майбутніх фахівців – науковців, інспекторів і управлінців у галузі охорони довкілля.

Поряд із формальною освітою дедалі більшого значення набуває неформальна екологічна освіта, яка доповнює традиційне навчання та розширює його можливості. Вона може реалізовуватися як поза межами освітніх установ, так і в їх межах, але поза формальними освітніми програмами. Неформальна освіта має організований і цілеспрямований характер, проте не передбачає отримання офіційного документа [1]. Її ключовою особливістю є практична спрямованість, безпосередня взаємодія з природою та участь у реальних природоохоронних заходах, що робить її більш гнучкою та прикладною.

Роль неформальної освіти є не менш важливою, адже вона виступає своєрідним «містком» між фахівцями та місцевим населенням. Вона сприяє формуванню екологічної свідомості, залученню населення до природоохоронної діяльності та підтримці різноманітних екологічних ініціатив.

Для студентів, які здобувають освіту у сфері екології та заповідної справи, особливого значення набуває поєднання теоретичної підготовки з практичним досвідом. Засвоєння лише теоретичних знань часто не забезпечує повного розуміння їх застосування в реальних умовах. Саме тому участь у тренінгах, польових дослідженнях, відборі та аналізі проб сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу. Така діяльність не лише формує практичні навички, а й підвищує зацікавленість студентів у подальшому професійному розвитку.

Неформальна освіта є важливою не лише для студентів, а й для всіх вікових категорій, оскільки сприяє закріпленню знань і формуванню екологічної свідомості. Дбайливе ставлення до природи доцільно формувати з раннього віку та підтримувати впродовж усього життя. У сфері екології та заповідної справи неформальна освіта охоплює різні вікові та соціальні групи й реалізується через освітні ініціативи для дітей, молоді та

просвітницьку діяльність серед дорослого населення [2]. Особливу роль відіграє раннє залучення дітей до екологічної тематики, що сприяє формуванню уявлень про цінність природи та необхідність її збереження.

Для дітей дошкільного віку ефективними є інтерактивні форми навчання, спостереження за природними процесами, догляд за рослинами (зокрема в навчальних теплицях) та участь у простих природоохоронних заходах. Для учнів шкільного віку доцільним є залучення до польових досліджень і практичних активностей, зокрема екологічних виїздів, прибирання території, висаджування дерев та інших заходів, спрямованих на збереження довкілля. Сучасні цифрові інструменти, такі як iNaturalist чи BirdNET, дозволяють ідентифікувати види за фото або звуком, що підвищує зацікавленість учнів і робить навчання більш практико-орієнтованим.

Важливе місце посідають екологічні акції, тренінги та практичні заняття, зокрема інвентаризація зелених насаджень у межах парків, скверів і навчальних закладів. Особливо ефективними є виїзні заходи на території об'єктів природно-заповідного фонду, де учасники можуть безпосередньо ознайомитися з функціонуванням природних екосистем і глибше усвідомити значення збереження біорізноманіття, поспілкувавшись з відповідними фахівцями.

Окремим напрямом неформальної екологічної освіти є еколого-освітні табори, зокрема в Карпатському регіоні. Вони поєднують навчання і відпочинок, забезпечуючи безпосередній контакт із природним середовищем. Програми таких заходів включають польові дослідження, спостереження за флорою і фауною, екологічні тренінги, орієнтування на місцевості та участь у природоохоронних ініціативах. Перебування у природних умовах сприяє глибшому розумінню екологічних процесів, формує відповідальне ставлення до довкілля та розвиває навички командної роботи.

Неформальна освіта має важливе значення й для дорослого населення. Вона реалізується через участь у громадських обговореннях – які нині є обов'язковими перед початком планованої діяльності для звітів з оцінки впливу на довкілля та стратегічної екологічної оцінки – а також через екологічні ініціативи, просвітницькі заходи та співпрацю з природоохоронними установами. Така діяльність сприяє підвищенню екологічної свідомості для всього населення, кращому розумінню законодавчих аспектів охорони довкілля та активнішому залученню громадськості до збереження природи.

Варто почати з того, що неформальна освіта не обов'язково має бути прив'язана до спеціальності, яку людина здобувала у закладі вищої освіти. Якщо, припустимо, особа не має профільної екологічної підготовки, це не обмежує її можливості долучатися до природоохоронної діяльності, брати участь в еколого-освітніх заходах або формувати власну екологічну свідомість. Саме неформальна освіта відкриває доступ до знань і практичного досвіду широкому колу зацікавлених осіб незалежно від їхнього фаху чи рівня попередньої підготовки.

Проте неможливо обійтися й без інформальної освіти, яка також відіграє надзвичайно важливу роль у нашому житті. Інформальне (спонтанне) навчання здійснюється у повсякденному житті – під час роботи, у сім'ї чи дозвілля – і зазвичай не має чіткої структури та офіційного підтвердження [1]. Без особистої зацікавленості, постійного спостереження за природою та самостійного пошуку знань ефективне засвоєння екологічних принципів і формування свідомого ставлення до довкілля були б значно обмеженими. Особливо важливо, щоб у сім'ї формувалося відповідальне ставлення до довкілля, адже саме воно закладає основу екологічної культури з раннього віку.

Комплексне поєднання формальної, неформальної та інформальної освіти забезпечує ефективне засвоєння знань і розвиток практичних навичок у сфері охорони довкілля.

Формальна освіта дає системні знання, неформальна – практичний досвід і залучення до природоохоронної діяльності, а інформальна підтримує постійну зацікавленість та самостійне навчання. Разом вони формують підґрунтя для відповідального ставлення до довкілля та активної участі суспільства у збереженні природних ресурсів.

Ключові слова: *формальна освіта, неформальна освіта, інформальна освіта, екологічна культура, екологічна свідомість.*

Література.

1. Марусинець Маріанна Формальна та неформальна освіта в теорії: вітчизняний і зарубіжний досвід // Розвиток порівняльної професійної педагогіки у контексті глобалізаційних та інтеграційних процесів: VI Міжнар. Наук.-методол. Семінар. – Київ – Хмельницький, 2017. – С. 37–39. Режим доступу: https://ipood.com.ua/data/NAUKOVI_CENTRY/UNESCO/Publications/khmelnytsk_tezy_2017.pdf#page=36
2. Максименко Н. В., Максимов О. М. Неформальна освіта в галузі заповідної справи для населення // Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво: зб. тез доп. XXIV Міжнар. наук.-практ. онлайн конф. – Харків, 2021. – С. 125–128. – Режим доступу: <https://lnk.ua/qr/GxTH0EdvA>

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна.

E-mail: korzhakk@gmail.com

Інституційне впровадження мікрокваліфікаційних програм, розроблених в рамках проєкту Erasmus + «DOMANI» в Каразінському університеті

¹Надія МАКСИМЕНКО, ²Крістіна МАРРАН, ¹Ганна ТІТЕНКО, ¹Світлана БУРЧЕНКО

¹ Навчально-науковий інститут екології, зеленої енергетики та сталого розвитку
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, УКРАЇНА

²Відкритий університет Естонського університету наук про життя м. Тарту, ЕСТОНІЯ

У 2025 році в рамках реалізації проєкту «DOMANI – Розвиток екосистем мікрокваліфікацій в Україні та Монголії для конкурентоспроможної та стійкої зеленої економіки» в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна рішенням вченої ради університету затверджено Положення про програми з присвоєнням часткових кваліфікацій або мікрокваліфікацій (далі – Положення), яке регламентує порядок організації та реалізації програм з присвоєнням часткових кваліфікацій або мікрокваліфікацій, визначає види та форми забезпечуючої документації, її зміст та порядок реалізації та їх акредитації [1].

Згідно до Положення «Часткова кваліфікація» (ЧК) – набуття особою частини компетентностей відповідного рівня Національної рамки кваліфікацій, що визначені відповідним стандартом, а «Мікрокваліфікація (МК)» – означає запис результатів навчання, які особа, що навчається, отримала після короткострокового навчання [1].

Положення також містить форми та рекомендації щодо:

- структури програми;
- завірення програми;
- форми атестації;
- форми навчання;
- організацію забезпечення ІКТ ресурсами;
- принципи ефективного оцінювання;
- забезпечення якості та інституційну акредитацію;
- видачу та форму документів, які підтверджують набуту мікрокваліфікацію

Процес розробки та впровадження мікрокваліфікаційних програм в Україні розпочався з низки стратегічних зустрічей, спрямованих на забезпечення якісного створення програм. На початковому етапі Центром інноваційних систем Kft. (Угорщина) було проведено воркшоп, де автори курсів визначили базові елементи навчальних програм: рамки компетентностей, структуру модулів, систему кредитів та критерії оцінювання. Наступним кроком став тренінг у Талліннському технологічному університеті, організований координаторами з Відкритим університетом Естонського університету наук про життя спільно з Агентством якості освіти Естонії. Під час консультативних сесій учасники опрацювали кращі практики країн ОЕСР, норми закону про освіту дорослих та стандарти ISCED, які допомагають уникнути типових помилок при мікроакредитації.

Подальша робота перейшла у площину інституційного впровадження: серія зустрічей робочої групи проєкту DOMANI та зацікавлених сторін дозволила розробити програми наставництва для новостворених мікрокваліфікаційних курсів. До цього процесу

долучилися 25 фахівців, серед яких науково-педагогічні працівники Каразінського університету, представники бізнесу, громадських організацій та держслужбовці, а також зацікавлені студенти та аспіранти. Фінальним етапом стало внутрішнє обговорення українськими партнерами на базі ГО «Українське спільне метеорологічне та гідрологічне товариство», де було остаточно узгоджено форму силабусів та структуру програм мікрокваліфікацій.

Після узгодження якісного наповнення та методологічного базису програм у межах міжнародної співпраці, розпочався етап їх імплементації у внутрішню освітню систему Каразінського університету. Це вимагало чіткого дотримання академічних процедур для забезпечення легітимності та якості.

Інституційна реалізація мікрокваліфікаційних програм у Навчально-науково інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку пройшла наступні етапи:

1. Попереднє обговорення щодо створення робочої групи мікрокваліфікаційної програми, визначення мети програми, компетентностей та результатів навчання.
2. Обговорення мікрокваліфікаційної програми та її затвердження на засіданні кафедри.
3. Обговорення та затвердження на засіданні вченої ради структурного підрозділу (Інституту екології, зеленої енергетики та сталого розвитку).
4. Подання створених мікрокваліфікаційних програм на затвердження Вченої ради університету, через відповідального проректора.
5. Видається Рішення Вченої ради університету про затвердження мікрокваліфікаційної програми.
6. Видається Наказ ректора про введення в дію мікрокваліфікаційної програми.

За такою процедурою пройшли 10 мікрокваліфікаційних програм ННІ екології, зеленої енергетики та сталого розвитку в рамках проєкту:

1. «Управління та планування природоохоронних територій та їх мереж в умовах післявоєнної відбудови» (українською мовою) та «Management and planning of protected areas and their networks in post-war reconstruction» (англійською мовою).
2. «Біорізноманіття міських ландшафтів» (українською мовою) та «Biodiversity of urban landscapes» (англійською мовою)
3. «Державна політика у сфері використання та охорони земельних і лісових ресурсів у воєнний та повоєнний періоди» (українською мовою) та «State Policy on the Use and Conservation of Soil and Forest Resources in the Wartime and Postwar Periods» (англійською мовою)
4. «Біологічні методи оцінки якості компонентів навколишнього середовища» (українською мовою) та «Biological methods for assessing the quality of environmental components» (англійською мовою)
5. «ОВД для замовників, підрядників та громадськості» (українською мовою) та «EIA for customers, contractors and the public» (англійською мовою)
6. «Управління природоохоронною діяльністю та екологічною документацією підприємств» (українською мовою) та «Management of environmental activities and environmental documentation enterprises» (англійською мовою)

7. «Фінансові інструменти «зеленого» банкінгу» (українською мовою) та «Financial instruments of "green" banking» (англійською мовою)
8. «Веб-технології та інформаційна підтримка у сфері охорони природи» (українською мовою) та «Web technologies and information support in the field of conservation» (англійською мовою)
9. «Дистанційний моніторинг навколишнього середовища» (українською мовою) та «Remote environmental monitoring» (англійською мовою)
10. «Інтегрована оцінка та управління водними ресурсами: стратегія, методи та інструменти» (українською мовою) та «Integrated water resources assessment and management: strategy, methods and tools» (англійською мовою)

Крім того, для поширення і залучення слухачів до кожної програми було розроблено постер, презентацію, відеолекцію та відеопрезентацію, які розміщені на веб-платформах проекту DOMANI.

Створення такої розгалуженої екосистеми перетворює мікрокваліфікації на реальний інструмент професійної трансформації, що не лише відкриває нові горизонти для гнучкої та якісної освіти, а й забезпечує високу конкурентоспроможність фахівців на сучасному ринку праці відповідно до кращих європейських стандартів.

Ключові слова: *DOMANI, Erasmus+, освіта дорослих, мікрокваліфікація, підвищення кваліфікації.*

Література.

1. Положення про освітні програми та часткові мікрокваліфікації у Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна : затв. Рішенням Вченої ради Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна від 30 травня 2025 р. URL: http://rada.karazin.ua/public/uploads/2025/05/14_Положення_про_ОП_ЧМК_1.pdf (дата звернення: 10.04.2026)



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or Erasmus+. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Контактна адреса: майдан Свободи, 6, м. Харків, Україна
e-mail: maksymenko@karazin.ua, kristina.marran@emu.ee,
titenko@karazin.ua, s.burchenko@karazin.ua

Вибір баз для проведення практики у природних заповідних об'єктах

Світлана НОВИЦЬКА, Любов ЯНКОВСЬКА

*кафедра геоecології та гідрології, Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка,
УКРАЇНА*

Невід'ємною складовою професійної підготовки майбутніх студентів – екологів є практика у природно-заповідних об'єктах, під час проходження якої студенти освітньо-професійної програми Екологія знайомляться з особливостями роботи установ природно-заповідного фонду. Основною метою проходження даної польової практики є вивчення заповідних об'єктів різних категорій заповідання, їх структури та особливостей функціонування у прикладному руслі. Тому особливо важливо обрати базу практики, котра б володіла максимальним різноманіттям природно-заповідних об'єктів різних категорій.

Однією з важливих баз даної практики є Карпатський регіон з його багатством заповідних об'єктів різних таксономічних рівнів. Серед різноманітного спектру заповідних об'єктів Карпат особливе місце посідає Карпатський національний природний парк (НПП).

Карпатський національний природний парк — перший і один з найбільших в Україні національних природних парків. Він був створений 3 червня 1980 р. Ще в 1921 році у межах його нинішньої території на площі 447 га було створено резерват для охорони Чорногірських пралісів. Частина нинішньої території парку з 1968 по 1980 рік була у складі Карпатського державного заповідника, від якого при створенні парку були відокремлені Говерлянське і Високогірне лісництва. [1]

Під час проходження практики студенти знайомляться з роботою адміністрації НПП «Карпатський» в м. Яремче, де мають можливість відвідати Музей природи, ознайомитися з літописом природи, особливостями роботи відділів парку, а також попрацювати з науковими співробітниками парку під час проведення польових досліджень абіотичних показників парку, зокрема гідрологічних вимірювань на річках Прут і Жонка. (рис. 1, 2, 3)

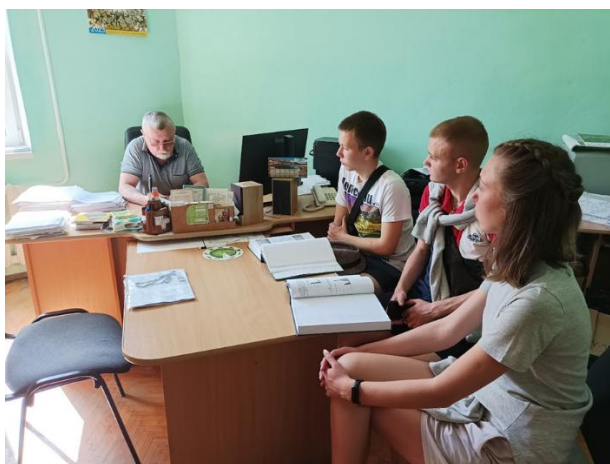


Рис. 1. Ознайомлення з літописом природи НПП «Карпатський»

Студенти також знайомляться з діяльністю служби державної охорони НПП, яка забезпечує дотримання режиму охорони територій та об'єктів природно заповідного фонду, попереджає та припиняє порушення природоохоронного законодавства, охорону

природних комплексів парку; забезпечує порядок використання природних ресурсів; заходи щодо запобігання виникнення та поширення пожеж і інших надзвичайних ситуацій; реалізацію заходів з профілактики та захисту природних комплексів від шкідників та хвороб; підтримання в належному стані межових та охоронних знаків, інформаційних аншлаків, квартальних та ділянкових стовпів, протипожежних та інших споруд; відтворення корінних насаджень шляхом створення лісових культур та природному поновленню; організацію та проведення рубок пов'язаних з веденням лісового господарства; охорону тваринного світу від порушників природоохоронного режиму; попередження пошкоджень лісових насаджень внаслідок незаконних рубок; контроль спеціального використання природних ресурсів на території природно-заповідного фонду.



Рис. 2. У лабораторії вимірювального аналітичного контролю та моніторингу наукового відділу парку.



Рис. 3. Визначення БСК на річці Прут із співробітником НПП «Карпатський».

Важливою частиною польового етапу практичної підготовки є вивчення гірських екосистем, що розташовані на горі Говерла - найвищій вершині Українських Карпат. (рис. 4,5) [1]. Студенти вчаться виявляти фактори, що визначають формування біорізноманіття лучних угруповань даної території. Проведення практики в окремі періоди співпадає з

часом цвітіння весняного ефемероїда, геофіта – шафрана Гейфеля (шафрана карпатського), карпатсько-балканського монтанноальпійського виду, занесеного до Червоної книги України у статусі «Неоцінений». Тому студенти чітко можуть прослідкувати ареали поширення популяції даного виду на вершині гори, проаналізувати фактори, що впливають на його поширення, зрозуміти загрози для його існування. В НПП заборонено збирання, витоптування, організацію нових місць рекреації, надмірний випас, викопування бульбоцибулин.



Рис. 4. Дослідження червонокнижного виду – шафран Гейфеля на вершині г. Говерла.

В межах Карпатського національного природного парку студенти також досліджують водно-болотні угіддя міжнародного значення, що охоплюють високігірні екосистеми Карпат. Ці угіддя відіграють ключову роль у збереженні біорізноманіття, регуляції стоку річок та захисті рідкісних видів флори і фауни.



Рис. 5. Дослідження рослинності водно-болотного угіддя міжнародного значення «Верхів'я річки Прут».

Ознайомитися з особливостями організації екологічних стежок різного ступеня складності студенти мають можливість, відвідуючи такі стежки парку: «Водоспад Дівочі сльози», «Стежка Довбуша», «На гору Маковиця», «Гора Говерла». (рис. 7)



Рис. 7. Дослідження фауни на екологічній стежці до водоспаду Дівочі сльози.

Також в маршрутній частині польової практики студенти вивчають роботу природно-заповідних об'єктів рідного краю таких, як: природний заповідник «Медобори» (сmt. Гримайлів), національний природний парк «Дністровський каньйон» (м. Заліщики), гідрологічну пам'ятку природи Червоногородський водоспад, Касперівський ландшафтний заказник, геологічну пам'ятку природи - печеру «Кришталева», Хоростківський дендропарк

Під час польової практики в заповідних об'єктах студенти ознайомлюються з особливостями заповідних об'єктів різних категорій, підходами до їх формування і розвитку, режимом охорони; вивчають літопис природи; організацією різних видів екологічних стежок; набувають вміння визначати червонокнижні види рослин і тварин; з'ясовувати специфіку роботи науковців у заповідних об'єктах; оволодівають методами сучасних польових досліджень; формують навички самостійного опрацювання зібраного емпіричного матеріалу; набувають навичок роботи з приладами для проведення інструментальних спостережень; оформлення даних польових робіт, підготовки звітних матеріалів про польові дослідження та їх захист; поглиблення знань про принципи і значення природозаповідання. Ці знання, вміння і навички є необхідними для здобуття кваліфікаційного рівня бакалавра екології, а правильно обрані бази практики сприяють реалізації даних завдань.

Ключові слова: *практична підготовка, заповідні об'єкти, національний природний парк, біорізноманіття, охорона природи.*

Література:

1. Карпатський національний природний парк. Офіційна сторінка <https://karpatskyi-park.in.ua/mandruy/marshruty/page/3/?route-type=ekostezhka>

Контактна адреса: вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль, Україна
e-mail: ekosvit76@ukr.net

Гейміфікація як важливий елемент неформальної екологічної освіти

Борис ОЛЬХОВ, Наталія МОСКАЛЬЧУК

кафедра екології, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, УКРАЇНА

Гейміфікація, тобто використання ігрових механік у неігровому контексті, стає одним із найефективніших інструментів залучення дітей і молоді до вивчення природи та формування екологічної свідомості. Сучасні мобільні платформи громадянської науки, зокрема iNaturalist, Pl@ntNet, Merlin Bird ID та інші, поєднують збір науково цінних даних із елементами гри – балами, досягненнями, рейтингами, челенджами – і таким чином переводять спостереження за біорізноманіттям у захопливий цифровий досвід. В Україні ця логіка доповнюється появою власних рішень, наприклад застосунку FreeGen GO, що дозволяє створювати AR-квести й туристично-освітні маршрути з елементами гри.

У міжнародних дослідженнях [6, 7] показано, що гейміфіковані освітні середовища суттєво підвищують екологічну обізнаність, внутрішню мотивацію до навчання та проєкологічні наміри учнів і студентів. Зокрема, експерименти з «серйозними іграми» в екологічній освіті фіксують сильний зв'язок між сприйняттям ігрового досвіду та рівнем екологічної свідомості, а також покращення успішності порівняно з традиційними формами навчання. Огляд робіт про гейміфікацію в citizen-science-проєктах показує, що ігрові елементи здатні одночасно підвищувати залученість учасників, обсяг і якість зібраних даних, але вимагають обережного дизайну, щоб не звести мотивацію лише до «полювання за балами».

В українському контексті вже описано низку практичних кейсів використання мобільних додатків для моніторингу біорізноманіття в еколого-натуралістичних центрах, гуртках та літніх таборах. У збірниках із цифрової екології [1] та громадянської науки наведено приклади експедицій, де школярі за допомогою iNaturalist та Pl@ntNet фіксують видове різноманіття природоохоронних територій, а їхні спостереження надалі використовуються фахівцями для аналізу стану екосистем. Автори наголошують на зростанні дослідницького інтересу, розвиткові спостережливості й відчутті реальної причетності до науки, хоча формалізовані кількісні вимірювання ефективності ще лише формуються.

Окремий напрям становлять масові міські ініціативи, пов'язані з міжнародним змаганням City Nature Challenge, у межах якого українські міста долучаються до чотириденних «біобліців» із використанням iNaturalist [3], змагаючись за кількість та якість спостережень. Для закладів освіти це готовий сценарій інтеграції гейміфікованих активностей у практику: команди можуть представляти клас / групу, заклад освіти чи місто, отримуючи як ігровий досвід суперництва, так і розуміння реальної цінності зібраних даних для науки та природоохоронної діяльності.

Поза межами формального навчального плану особливо ефективними є польові й квестові формати. Екологічні полювання за природними «скарбами» – Scavenger Hunt – передбачають виконання завдань на кшталт «знайди рослину-індикатор вологих місцезростань», «сфотографуй запилювача на квітці», «визнач дерево за корою», із фіксацією результатів через iNaturalist або Seek. Геолокаційні ігри, подібні до Pokémon GO, реалізуються або через міжнародний застосунок Seek, що винагороджує користувачів «бейджами» за нові види, або через український FreeGen GO [4], де педагоги створюють власні природничі квести з AR-елементами. Рольові сценарії на зразок «детективів екосистеми», а також онлайн-марафони («30 видів за 30 днів», шкільні турніри

спостережень) підсилюють соціальний вимір навчання й формують спільну екологічну ідентичність учасників.

Формування екологічної свідомості в такій логіці розглядається як безперервний процес, що починається ще в дошкільному віці. Дослідження [2] підкреслюють, що в ранньому дитинстві закладається емоційно-ціннісне ставлення до природи – здатність співпереживати живим організмам, відчувати красу довкілля, елементарну відповідальність за нього. У молодшій та базовій середній школі цей емоційний компонент доповнюється систематичними знаннями про екосистеми, антропогенний вплив і наслідки повсякденних дій, причому рівень екологічної компетентності зростає разом з освітнім рівнем здобувачів освіти. На старшій шкільній та студентській стадіях домінують рефлексивні й ціннісно-мотиваційні аспекти: здатність критично оцінювати екологічну політику, усвідомлювати глобальні виклики та інтегрувати принципи сталого розвитку у власні життєві стратегії [5]. Саме тут гейміфіковані citizen-science-проекти та польові заняття на природоохоронних територіях здатні стати «мостом» між теоретичними знаннями і реальною діяльністю.

Порівняння українських практик із міжнародними показує певну асиметрію даних. За кордоном накопичено більше експериментальних досліджень із контрольними й експериментальними групами, які демонструють статистично значуще підвищення екологічної обізнаності, успішності та проекологічних намірів під впливом гейміфікованих програм. В Україні поки переважають якісні описи успішних кейсів і методичні розробки, що фіксують зростання мотивації й дослідницького інтересу, але рідше супроводжуються детальними кількісними показниками саме в екологічній галузі. Попри це, обидва масиви даних узгоджено свідчать: за умови грамотного педагогічного дизайну гейміфікація істотно посилює екологічну свідомість і залученість учнів, хоча довготривалі поведінкові зміни (сталі зміни способу життя, участь у захисті довкілля протягом років) потребують додаткових досліджень.

Узагальнюючи наявні підходи, доцільно описати модель впливу гейміфікації на формування екологічної свідомості, адаптовану до контексту citizen-science-додатків (рис. 1), на основі представленої логіки переходу від сприйнятих ігрових можливостей – через психологічні результати – до реальної поведінки.

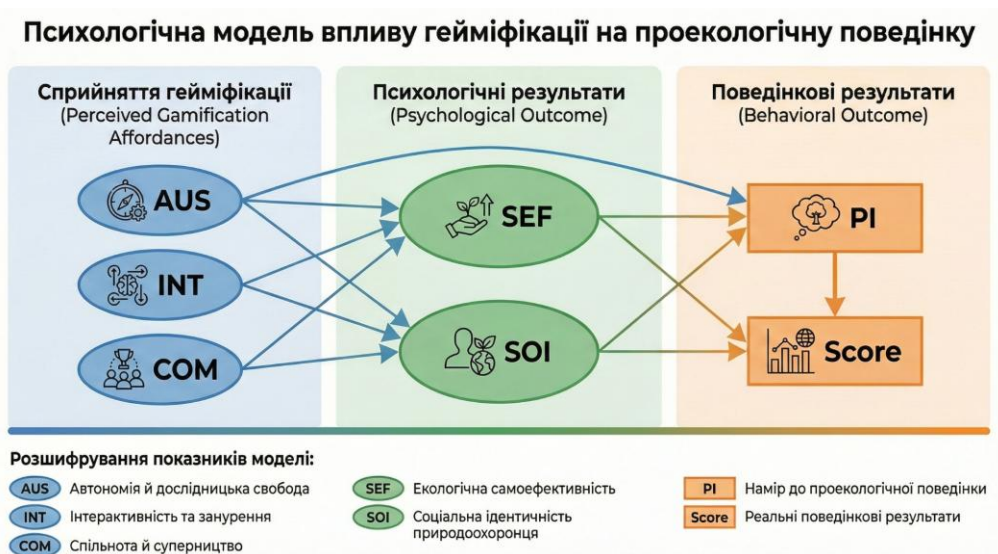


Рис. 1. Модель впливу гейміфікації на формування екологічної свідомості здобувачів освіти

У запропонованій моделі впливу гейміфікації на екологічну свідомість вихідною точкою є ігрові можливості. Автономія й дослідницька свобода означає, що здобувач освіти може сам обирати маршрут, види для спостережень і способи виконання завдань; це посилює відчуття особистої відповідальності за довкілля. Інтерактивність та занурення пов'язані з використанням AR (інструментів доповненої реальності) та AI (інструментів штучного інтелекту), миттєвого зворотного зв'язку й візуалізацій у застосунках, що робить контакт із природою емоційно насиченим та запам'ятовуваним. Відчуття належності до спільноти й елементи суперництва реалізуються через рейтинги, челенджі, командні бібліотеки й онлайн-спільноти, формуючи соціальні норми екологічної поведінки. Ці три групи чинників впливають на два ключові психологічні результати: екологічну самоефективність – переконання, що власні дії реально допомагають природі й науці, – та соціальну ідентичність природоохоронця, коли здобувач освіти відчуває себе частиною спільноти дослідників природи. Посилення цих факторів формує намір до проєкологічної поведінки, який уже проявляється в реальних поведінкових результатах: кількості й якості завантажених спостережень, участі в природоохоронних ініціативах, змінах повсякденних практик споживання.

Таким чином, гейміфіковані екологічні активності – від природничих квестів до участі в глобальних citizen-science-ініціативах – можуть розглядатися як цілісна система формування екологічної свідомості на різних етапах освіти. Вони поєднують емоційне переживання природи, накопичення науково коректних знань і поступове закріплення проєкологічних моделей поведінки, що особливо важливо для майбутнього повоєнної ревіталізації природних комплексів та розвитку заповідної справи в Україні.

Ключові слова: *гейміфікація, екологічна свідомість, неформальна освіта, біорізноманіття.*

Література

1. Цифрова екологія: гейміфікація та використання мобільних додатків для дослідження біорізноманіття : зб. матеріалів обласного семінару / за заг. ред. О. В. Паращенко. Донецьк : Донецький обласний еколого-натуралістичний центр, 2026. URL: [calameo](#)
2. Падалка О. Психологічні особливості розвитку екологічної свідомості дітей молодшого шкільного віку. Дис. ... канд. психол. наук. НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2015. URL: [npu.edu.ua](#)
3. Стартує всесвітнє змагання на iNaturalist! / Українська природоохоронна група. 2023. URL: [uncg](#)
4. FreeGen GO: інноваційний додаток пішохідних мандрівок з пригодами, екскурсій і туристичних квест-маршрутів / FreeGen Games. 10.11.2024. URL: [freegen](#)
5. Павленко І. Г. Екологічна свідомість – сутність, шляхи та умови її формування у студентської молоді / Міжнародний науковий журнал «Грааль науки». 2024. № 40. С. 478–484. URL: [archive.journal-grail](#)
6. Zhang F. Enhancing ESG learning outcomes through gamification: An experimental study / PLoS One. 2024. Vol. 19, № 5. e0303259. URL: [pmc.ncbi.nlm.nih](#)
7. Adnyana I. M. D. M., Mahendra K. A., Raza S. M. The importance of green education in primary, secondary and higher education: A review / Journal of Environment and Sustainability Education. 2023. Vol. 1, № 2. P. 42–49. URL: [joease](#)

Контактна адреса: вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна
e-mail: boris.olhov@gmail.com

Гурткова діяльність як інструмент реалізації освітнього потенціалу заповідної справи

Анастасія ТКАЧУК, Олександр МАСЮК

*кафедра біорізноманіття та екології Дніпровського національного університету імені
Олеся Гончара, УКРАЇНА*

У сучасних умовах загострення екологічних проблем та зниження рівня природної рівноваги особливої актуальності набуває формування екологічної свідомості підростаючого покоління. Одним із важливих напрямів вирішення цього завдання є розвиток заповідної справи, яка не лише забезпечує охорону та збереження природних комплексів, а й виступає потужним засобом екологічної освіти. Її освітній потенціал полягає у можливості безпосереднього пізнання природи, залучення учнів до дослідницької та природоохоронної діяльності, формування ціннісного ставлення до довкілля.

Заповідна справа охоплює широкий спектр напрямів: охорону природних територій, збереження рідкісних і зникаючих видів, моніторинг стану довкілля, екологічну просвіту населення. Її освітній потенціал полягає у можливості безпосереднього контакту з природними об'єктами, проведенні спостережень, досліджень та практичної діяльності. Однак у межах формальної освіти ці можливості часто обмежені часовими рамками та програмними вимогами [1].

Гурткова діяльність виступає важливим доповненням до навчального процесу, оскільки створює умови для більш глибокого та практико-орієнтованого вивчення природоохоронних питань. У гуртках природничого спрямування учні мають змогу брати участь у польових дослідженнях, екологічних експедиціях, акціях з охорони природи, що значно підвищує їхню мотивацію до навчання та формує відповідальне ставлення до довкілля.

Однією з ключових переваг гурткової роботи є її гнучкість і варіативність. На відміну від уроків, вона дозволяє враховувати індивідуальні інтереси учнів, сприяє розвитку їхніх дослідницьких навичок, творчого мислення та самостійності. У процесі діяльності гуртка учні можуть виконувати міні-дослідження, вивчати флору і фауну заповідних територій, аналізувати екологічний стан місцевих екосистем [2].

Особливе значення гурткова діяльність має для формування екологічної компетентності, яка включає знання, уміння, цінності та поведінкові установки, спрямовані на збереження природи. Завдяки залученню до реальної природоохоронної діяльності учні не лише засвоюють теоретичні знання, а й набувають практичного досвіду, що є важливим для їхнього подальшого особистісного та професійного розвитку [3].

Крім того, гуртки сприяють інтеграції формальної та неформальної освіти. Вони виступають своєрідним мостом між шкільним навчанням і позашкільною діяльністю, забезпечуючи безперервність освітнього процесу. Участь у гуртках дозволяє учням поглиблювати знання, отримані на уроках, та застосовувати їх у практичній діяльності.

Важливим аспектом є також співпраця гуртків із природоохоронними установами, такими як заповідники, національні природні парки, еколого-освітні центри. Така взаємодія сприяє підвищенню якості освітнього процесу, розширенню можливостей для проведення досліджень та формуванню у школярів цілісного уявлення про заповідну справу.

Отже, гурткова діяльність є ефективним інструментом реалізації освітнього потенціалу заповідної справи. Вона забезпечує поєднання теоретичних знань і практичної діяльності, сприяє формуванню екологічної компетентності та підвищенню інтересу учнів до природоохоронної діяльності. Подальший розвиток і впровадження гурткових форм роботи є важливим напрямом удосконалення сучасної екологічної освіти.

Література

1. Заповідна справа: навч. посіб. / В.А. Андронов, Є.О. Варивода, Г.В. Тітенко. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – 204 с.
2. Методика гурткової та клубної роботи в загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах : навчальний посібник / Н. Ю. Брижак. – Київ: Логос, 2017. – 126 с.
3. Методичні засади впровадження сучасних підходів у роботу гуртків : посібник / Л. В. Сліпчишин. – Львів : СПОЛОМ, 2015. – 116 с.

Ключові слова: *екологічна освіта, екологічна компетентність, природоохоронна діяльність.*

Контактна адреса: проспект Науки, 72, м. Дніпро, Україна
e-mail: anastasiatkachuk004@gmail.com

Електронне навчальне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи

Тези V Міжнародної Інтернет-конференції
(17 квітня 2026 року, м. Харків, Україна)

(Українською та англійською мовами)

Текст подається в авторській редакції

Підписано до розміщення 27.04.2026. Формат 60x84/16.
Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. 5,96. Зам. № 226/26.

Системні вимоги:
Процесор Pentium- класу; ОС Windows 7/10. Acrobat Reader 10.
Об'єм даних 4,7 МБ

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
61022, Харків, майдан Свободи, 4.
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 3367 від 13.01.2009