



CONNECT_ED: STRATEGIC PARTNERSHIPS FOR GLOBAL ACADEMIC ENGAGEMENT

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

June 2-5, 2026

Conference Proceedings of
selected papers

ConnectED: German–Ukrainian University Network for Empowering
Higher Education in Environmental Protection and Nature Conservation

Funded by



Federal Ministry
of Research, Technology
and Space



Deutscher Akademischer Austauschdienst
German Academic Exchange Service

Approved for publication by resolution of the Academic Council of Sumy National Agrarian University, Minutes No. 19 dated 29 June 2026.

"CONNECT_ED: STRATEGIC PARTNERSHIPS FOR GLOBAL ACADEMIC ENGAGEMENT". Proceedings of the International Scientific Conference (June 2–5, 2026, Sumy). Sumy: Sumy National Agrarian University, 2026. 152 p.

The conference was organized within the framework of the international project "ConnectED: German–Ukrainian University Network for Empowering Higher Education in Environmental Protection and Nature Conservation," implemented under the DUHN programme of the German Academic Exchange Service (DAAD).

Editorial Board:

Viktoriia Skliar, Doctor of Biological Sciences, Professor; **Yuliia Nikitchenko**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; **Viktoriia Khrutba**, Doctor of Technical Sciences, Professor; **Nataliia Yaroshenko**, Doctor of Philosophy; **Inna Zubtsova**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; **Maryna Sherstiuk**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; **Yurii Skliar**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor; **Marianna Matviichuk**, Master's Degree

The collection contains scholarly contributions addressing the issues of international academic cooperation, the formation and development of university networks, sustainable development, ecology, natural resource management, green and digital innovations, and post-war recovery in the field of higher education.

The proceedings are published in the authors' original editing.

The authors bear full responsibility for the presentation, content, and accuracy of the materials.

Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Сумського національного аграрного університету, протокол № 19 від 29 червня 2026 р.

"CONNECTED: СТРАТЕГІЧНІ ПАРТНЕРСТВА ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОЇ АКАДЕМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ". Матеріали міжнародної наукової конференції (2-5 червня 2026 року, Суми). Суми: Сумський національний аграрний університет, 2026. 152с

Конференція проведена у межах реалізації міжнародного проєкту «ConnectED: Німецько-українська університетська мережа для посилення спроможності вищої освіти у сфері охорони довкілля та збереження природи», що впроваджується по програмі DUNN Німецької служби академічних обмінів (DAAD).

Редакційна колегія:

Вікторія Скляр, доктор біологічних наук, професор; **Юлія Нікітченко**, кандидат технічних наук, доцент; **Вікторія Хрутьба**, доктор технічних наук, професор; **Наталія Ярошенко**, доктор філософії; **Інна Зубцова**, кандидат біологічних наук, доцент; **Марина Шерстюк**, кандидат біологічних наук, доцент; **Юрій Скляр**, кандидат біологічних наук, доцент; **Маріанна Матвійчук**, магістр

Збірка містить наукові матеріали, пов'язані з проблематикою міжнародної академічної співпраці, формування й розвитку університетських мереж, сталого розвитку, екології, управління природними ресурсами, зелених та цифрових інновацій, післявоєнного відновлення у сфері вищої освіти.

Матеріали збірника опубліковано у авторській редакції.

За викладення, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

ORGANISING COMMITTEE

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

SUMY NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY, UKRAINE

EBERSWALDE UNIVERSITY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, GERMANY

UKRAINIAN NATIONAL FORESTRY UNIVERSITY, UKRAINE

GERMAN – UKRAINIAN UNIVERSITY NETWORK ConnectED

UNIVERSITY OF MANNHEIM, GERMANY

TECHNICAL UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES WILDAU, GERMANY

SPECTRA CENTRE OF EXCELLENCE EU, COMENIUS UNIVERSITY, SLOVAKIA

NATIONAL UNIVERSITY OF WATER AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING, UKRAINE

CHERKASY STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY, UKRAINE

ЗМІСТ

SECTION 1. UNIVERSITIES AS CHANGE AGENTS: RETHINKING THE THIRD MISSION

RETHINKING PROJECT-BASED COOPERATION AND BUILDING SUSTAINABLE PARTNERSHIPS IN EDUCATION NIKITCHENKO Yuliia	11
ПРОАКТИВНІ ПАРТНЕРСТВА НТУ «ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» З ТЕРИТОРІАЛЬНИМИ ГРОМАДАМИ ЗАДЛЯ СПРІЯННЯ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ ТА СТАЛОМУ РОЗВИТКУ АЗЮКОВСЬКИЙ Олександр, ПАВЛИЧЕНКО Артем, МАМАТОВА Тетяна	13
ПЕРЕХІД ДО СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ БОГОЛЮБОВ Володимир, БОНДАРЬ Валерія, КЛЕПКО Алла	15
UNIVERSITY AS A CENTER OF INTELLECTUAL AND SOCIAL CAPITAL GENKAL Svitlana	17
МІЖСЕКТОРАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ У РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «ЄДИНЕ ЗДОРОВ'Я»: РОЛЬ УНІВЕРСИТЕТІВ В ІНТЕГРАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО КОМПОНЕНТУ ГЛУХОНЕЦЬ Юлія	19
ЦИФРОВА ІНКЛЮЗІЯ ТА АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ В ЕПОХУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРЕТЬОЇ МІСІЇ УНІВЕРСИТЕТУ ДУШКІН Станіслав	21
ІНТЕГРАЦІЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТНІ ПРОГРАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ ТА РЕГІОНАЛЬНИХ ПОТРЕБ КЛИМЕНКО Микола, ПРИЩЕПА Алла	22
СТРАТЕГІЧНЕ ПАРТНЕРСТВО УНІВЕРСИТЕТУ ТА ГРОМАД У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ МОШИНСЬКИЙ Віктор, СОРОКА Валерій, ПРИЩЕПА Алла, КЛИМЕНКО Микола	24

SECTION 2. ACADEMIC DIPLOMACY AND GLOBAL PARTNERSHIPS

FROM INSTITUTIONAL COOPERATION TO STRATEGIC UNIVERSITY ALLIANCES: FUNCTIONS, BENEFITS, AND FUTURE PATHWAYS FOR UKRAINIAN UNIVERSITIES BALYKIN Ivan	27
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ ТРАНСНАЦІОНАЛЬНИХ АКАДЕМІЧНИХ МЕРЕЖ ХРУТЬБА Вікторія, НІКІТЧЕНКО Юлія, МАТВІЙЧУК Маріанна	29
ACADEMIC DIPLOMACY AS AN INSTRUMENT OF SOFT POWER IN THE CURRENT GEOPOLITICAL CONTEXT MATVIICHUK Marianna	31
THE EXPERIENCE OF ADAPTING EUROPEAN UNIVERSITY COURSES RADOMSKA Marharyta	33

CULTURE, NATURE AND WAR – RECOGNIZING AND PRESENTING CORRELATION AND CAUSATION THROUGH ENGLISH ACADEMIC WRITING AS A CASE OF ACADEMIC DIPLOMACY YAROSHENKO Nataliia, PRICKETT David J.	34
--	----

ACADEMIC DIPLOMACY AND GLOBAL PARTNERSHIPS IN POST-WAR RECOVERY INITIATIVES YAKYMCHUK Yurii	36
--	----

SECTION 3. UNIVERSITY NETWORKS AND ALLIANCES: FUTURE PATHWAYS FOR COOPERATION

THE ROLE OF THE "INTERACT" INTERNATIONAL NETWORK IN ENHANCING THE SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CENTER "OBSERVATORY" OF THE VASYL STEFANYK CARPATHIAN NATIONAL UNIVERSITY CHEREPANYN Roman	39
--	----

РОЗБУДОВА УНІВЕРСИТЕТСЬКИХ АЛЬЯНСІВ У МЕЖАХ ERASMUS+: ДОСВІД ПРОЄКТУ TRANSLEARNN У ФОРМУВАННІ СТРАТЕГІЙ СТІЙКОСТІ ГРИЦЬУК Олександр, ХРУТЬБА Вікторія, РУТКОВСЬКА Інєса	41
---	----

ДОСВІД ПАРТНЕРСТВА УНІВЕРСИТЕТУ ТА ГРОМАДИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ ХРУТЬБА Вікторія, КОЛОМІЄЦЬ Сергій, СОРОЧИНСЬКА Олена, ХРУТЬБА Юлія, БАРІНОВ Максим.....	43
--	----

SECTION 4. INTERNATIONALISATION AND CAPACITY BUILDING AS PATHWAYS TO RESILIENCE AND SUSTAINABLE TRANSFORMATION

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЕКОЛОГІЧНО СТАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ У ФОРМУВАННІ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРАРНИХ ТЕРИТОРІЙ МАКАРОВА Вікторія.....	45
---	----

SECTION 5. THE ROLE OF ACADEMIC NETWORKS IN ACHIEVING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОПУЛЯЦІЙ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН У ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ УМОВАХ АРТЕМЕНКО Денис, КЛИМЕНКО Ганна	47
--	----

RIPARIAN VEGETATION AS AN INDICATOR OF THE STATE OF RIVER ECOSYSTEMS: A POPULATION-BASED APPROACH AND CONSERVATION PRIORITIES BERDIN Ivan	49
---	----

SCIENTIFIC BASIS FOR THE RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES AND THE CONSERVATION OF ECOSYSTEM SERVICES IN MEADOW AND COASTAL ECOSYSTEMS OF THE UPPER AND MIDDLE COURSES OF THE SULA RIVER BONDARIEV Maksym, SKLIAR Viktoriia, BONDARIEVA Liudmyla	51
---	----

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЯК ОСНОВА УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН БУДНІК Зінаїда	53
---	----

СИСТЕМА ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ НА РІЧЦІ КОЛОМАК У МЕЖАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ СМОЛЯР Наталія, ЛАДІНА Ірина.....	55
ОЦІНКА ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ У СМЕРЕКОВОМУ ПРАЛІСІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ ДЕБРИНІЮК Василь	56
ECOLOGICAL STRATEGIES OF AQUATIC MACROPHYTES IN THE PRIPYAT RIVER BASIN. III. FUNCTIONAL TRAIT VARIATION WITHIN THE R–K–S CONTINUUM: FAMILY POTAMOGETONACEAE GROKHOVSKA Yuliia, VOLODYMYRETS Vitaliy, KONONTSEV Serhii	58
ADAPTIVE AND CLOSE-TO-NATURE FORESTRY AS A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE FORESTRY SECTOR IN UKRAINE IGNATENKO Vasyi, KUNTSEVSKYI Dmytro	60
ОЦІНКА ВАРТОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ КАПІНОС Наталія, СКЛЯР Юрій, СКЛЯР Вікторія	62
УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ У СИСТЕМІ СТАЛОГО ВЕДЕННЯ МИСЛИВСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА КЛЮЧКА Світлана, ЧЕМЕРИС Інгріда	64
РОЛЬ БУФЕРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У ДОСЯГНЕННІ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА АДАПТАЦІЇ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН КЛИМЕНКО Микола, БУДНІК Зінаїда	66
ВИКОРИСТАННЯ <i>ANEMONE SYLVESTRIS</i> L. У ФІТОЦЕНОКОМПОЗИЦІЯХ МІСЬКОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ КЛИМЕНКО Ігор, КИРИЛЬЧУК Катерина	68
ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ЯК СКЛАДОВА ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ КОРЧИК Наталія, БУДЕНКОВА Надія, МИСІНА Оксана, РУДИК Богдан	70
РОЛЬ ВБУ У ЗБЕРЕЖЕННІ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ФЛОРИ ТА РОСЛИННОСТІ НПП "ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ" КОЗАК Максим, БАЛІНСЬКИЙ Віталій, МАЗУР Олексій	72
ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ФІТОІНВАЗІЙ ЛЕЩЕНКО Дмитро	75
MODERN APPROACHES TO ASSESSING POTENTIAL ENVIRONMENTAL RISKS OF HEAVY METAL CONTAMINATION OF URBAN SOILS UNDER TECHNOGENIC LOAD CONDITIONS MISLYUK Oľha, YEHOROVA Oksana, KHOMENKO Olena, LOBODA Oleksandr	77
СОЦІАЛЬНІ РИЗИКИ НЕЛЕГАЛЬНИХ РУБОК ТА ЇХ СПРИЙНЯТТЯ НАСЕЛЕННЯМ У ЛІСОЗАЛЕЖНИХ РЕГІОНАХ НОВАК Анатолій	80

СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЧНЯНСЬКОГО НПП НА ЧЕРНІГІВЩИНІ ПАРХОМЕНКО Олександр	82
ЕКООСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ НПП «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ» У КОНТЕКСТІ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: РЕГІОНАЛЬНИЙ ВИМІР ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ПАВЛІЧЕНКО Ірина	85
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ПІД ЧАС СПАЛЮВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ І ТОРФУ СЕРГА Тетяна	87
ВИКОРИСТАННЯ ГІС-СИСТЕМ ТА ДАНИХ ДЗЗ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ (НА ПРИКЛАДІ ВОДОСХОВИЩА БАСІВ КУТ) ШЕРЕМЕТ Назарій, БРЕЖИЦЬКА Олена	89
ECOSYSTEM RESTORATION OF WAR-AFFECTED TERRITORIES AS A COMPONENT OF POST-WAR RECOVERY: EUROPEAN EXPERIENCE AND IMPLICATIONS FOR UKRAINE SHERSTIUK Maryna, YAROSHENKO Nataliia, SHERSTIUK Mykola	92
AGROFORESTRY FOR SOIL RESTORATION AND CROP RESILIENCE IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE SKLIAR Viktoriia, KLYMENKO Hanna, BUTENKO Andrii	94
СКЛАД ТА СТРУКТУРА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ СУМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ СКЛЯР Юрій, КАЦЯРА Катерина	96
ЕКОЛОГІЧНО СТАЛЕ УПРАВЛІННЯ ЛІСОВИМИ РЕСУРСАМИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТКАЧУК Оксана	98
ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ СУМСЬКОГО РАЙОНУ ВАЩЕНКО Єлизавета, ТИХОНОВА Олена	100
РЕКРЕАЦІЙНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ЯК ЧИННИК ЗМІН ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ (НА ПРИКЛАДІ НПП «ПУЩА РАДЗІВІЛА») ЯНІЦЬКА Софія, КОВАЛЬЧУК Наталія	102
ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ГРОМАД У СТВОРЕННІ РОБОЧИХ МІСЦЬ ТА РОЗВИТКУ ЛАНЦЮГІВ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ ЯРОЩУК Роман, ЯРОЩУК Світлана, КОВАЛЕНКО Ігор, ЛАВНИЙ Василь, КАПІНОС Наталія	103
РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ ТА РЕГУЛЮВАННІ ЇХ ВОЛОГОСТІ ЯРОЩУК Світлана, ЯРОЩУК Роман, КИТРАЙГОРА Антон	105
ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF FOREST MASSES OF SUMY POLISSIA AND WAYS OF THEIR SUSTAINABLE DEVELOPMENT VASENKO Yaroslav	107

RESOURCE POTENTIAL OF ORGANIC WASTE: REGULATORY FRAMEWORK AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THEM RATIONAL PROCESSING YASHCHUK Lyudmyla	108
POTENTIAL OF SUNFLOWER IN PHYTOREMEDIATION OF SOILS POLLUTED WITH HEAVY METALS ЖАТОВА Галина, ТРОЦЕНКО Володимир	110
ІНТЕГРАЦІЯ БЛАКИТНО-ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В СИСТЕМУ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА ЖУРАКІВСЬКИЙ Валентин, КУПЧАК Руслан, ДЗЕНДЗЯ Андрій, РІЗНИЧУК Надія	112
ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ В УКРАЇНІ БІЛИК Людмила, ЧЕМЕРИС Інгріда, КЛЮЧКА Світлана	114
ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ У СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА СТІЙКІСТЬ АГРОЕКОСИСТЕМ КОРОСТІЛЬ Дмитро, ЗУБЦОВА Інна	116
ФЛУКТУЮЧА АСИМЕТРІЯ ЛИСТКІВ <i>BETULA PENDULA</i> Roth. ЯК ІНТЕГРАЛЬНИЙ МОРФОМЕТРИЧНИЙ ІНДИКАТОР АЕРОТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ В УРБАНІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМАХ (НА ПРИКЛАДІ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК) ДРОГОМИРЕЦЬКИЙ Роман, КАВЧУК Ірина, ДУБЛЯК Андрій, РІЗНИЧУК Надія	118
ПАРАЗИТАРНЕ ЗАБРУДНЕННЯ УРБОЕКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ПОШИРЕННЯ <i>VISCUM ALBUM</i> L. У ЖИТОМИРІ ЖИТОВА Олена, МОРОЗ Віра	120
ОЦІНКА СТУПЕНЯ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «СЕЙМСЬКИЙ» ЗУБЦОВА Інна	122
РІДКІСНИЙ КОМПОНЕНТ БІОТИ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ГОРГАНИ» ІВАНОЧКО Марія-Анна, ЧЕРЕПАНИН Роман	124
РОЛЬ ГРОМАД У ЗБЕРЕЖЕННІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ КАНІВЕЦЬ Олена	126
АНАЛІЗ ВМІСТУ БАРІЮ В ҐРУНТАХ ЗАБРУДНЕНИХ ВИБУХОВИМИ РЕЧОВИНАМИ КОВАЛЕНКО Юлія	128
СУЧАСНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОСИСТЕМНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІСАХ ЛАВНИЙ Василь, ІВАНЮК Андрій, МИХАЙЛІВ Оксана, ЮСЬКЕВИЧ Тарас, SPATHELF Peter	129
ОЦІНКА СТАНУ МІСЬКОЇ РОСЛИННОСТІ ЗА ІНДЕКСОМ NDVI (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬК) ОСТАП'ЮК Василь, БОЙЧУК Василь, КАВЧУК Ірина, РІЗНИЧУК Надія	131

THE ROLE OF ACADEMIC NETWORKS IN ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE MANAGEMENT IN THE FIELD OF SOLID AND LIQUID WASTE MANAGEMENT

PETRUK Roman, ISCHCHENKO Vitaliy 133

ТИПІЗАЦІЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

ПРИЩЕПА Алла, ІВАНОВ Юрій, ЩУР Олександр 135

ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «БІЛЕЦЬКІВСЬКІ ПЛАВНІ» (ПОЛТАВСЬКА ОБЛАСТЬ) ТА ЙОГО СОЗОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

СМОЛЯР Наталія, ЛЕВИЦЬКА Анна, ЗІРКА Дмитрій 137

РОЛЬ АКАДЕМІЧНИХ МЕРЕЖ У РОЗВИТКУ СПІВПРАЦІ УНІВЕРСИТЕТІВ І ПРИРОДООХОРОНИХ ТЕРИТОРІЙ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

ХРУТЬБА Ольга 138

SECTION 6. PROJECT-BASED TRANSFORMATION, GREEN AND DIGITAL INNOVATION, AND POST-WAR RECOVERY IN HIGHER EDUCATION

SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT VIA THE USE OF DIGESTATE FOR THE REMEDIATION OF SOILS CONTAMINATED WITH PETROLEUM PRODUCTS

CHERNIAK Larysa, MANIECKI Tomasz, CIESIELSKI Radoslaw, SHYKA Oleksandr, DMYTRUKHA Tetiana 140

ACCUMULATION OF STRONTIUM AND IRON IN ACHILLEA MILLEFOLIUM L. DEPENDING ON PROXIMITY TO THE POLLUTION SOURCE

МУКНАЙЛОВА Viktoriia 141

ЗБЕРЕЖЕННЯ ҐРУНТОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД СФЕРІ ОХОРОНИ ПРИРОДИ

ОРЛОВ Олег, РАГУЛІНА Марина 143

НОВА МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «ТЕХНОЛОГІЇ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ Й ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ»

ІЛЛЯШ Оксана 145

ПРОФЕСІЙНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ МЕНЕДЖЕРІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

КУПАЛОВА Галина, ГОНЧАРЕНКО Наталія 147

СТАЛИЙ ЛОГІСТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ ЯК ОБ'ЄКТ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

ПЕНОВ Ігор, КОВТУН Тетяна 149

НАРОЩУВАННЯ ПРОЄКТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УНІВЕРСИТЕТІВ ЧЕРЕЗ МІЖНАРОДНІ ПАРТНЕРСТВА ДЛЯ СТАЛОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

ХРУТЬБА Вікторія, ЛИСАК Роксолана, ХРУТЬБА Андрій 151

RETHINKING PROJECT-BASED COOPERATION AND BUILDING SUSTAINABLE PARTNERSHIPS IN EDUCATION

NIKITCHENKO Yuliia

*Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany,
e-mail: u1620@hnee.de*

Internationalization in higher education is often presented and assessed through visible indicators such as the portfolio of funded projects, the volume of mobility flows or the number of signed agreements. These metrics play an important role in shaping how internationalization is understood and governed at both institutional and policy levels, as they help to visualize and evaluate the scope of engagement and the progress of cooperation in higher education [1]. At the same time, despite their importance, these indicators reveal little about the capacity of partnerships to endure, evolve and create mutual value over time and beyond funding programmes [1, 3]. As a result, less visible dimensions of cooperation, such as continuity and long-term commitment, tend to remain underrepresented in both evaluation and practice.

This gap is closely linked to the way international cooperation is structured. Collaboration between universities is often organized through project-based initiatives with clearly defined timelines, objectives and funding frameworks. Such projects play a crucial role in initiating partnerships, creating opportunities for collaboration and generating tangible outcomes [3]. However, their time-bound nature means they do not always provide the conditions needed to sustain cooperation beyond the project lifecycle [4]. When funding periods end, the continuity of interaction between partners often depends on whether additional mechanisms are in place to maintain and further develop the relationship.

At the same time, many international partnerships rely strongly on individual academics or educators who sustain collaboration beyond formal project frameworks. Their professional networks, personal commitment and continued engagement enable partnerships to persist between funding cycles, supporting ongoing exchange and the development of new initiatives [4, 5]. This contribution represents an important strength of academic cooperation, allowing partnerships to remain active and adaptable even in the absence of formal structures. Reliance on individual contacts also highlights the potential fragility of such collaborations. When collaboration depends primarily on personal engagement, its continuity may be affected by changes in roles, institutional priorities or available resources. As a result, partnerships that are initially well established may not always be sustained in a consistent or strategic manner over time.

Taken together, these dynamics point to the need to rethink how international cooperation is sustained beyond individual projects and to identify mechanisms that can support the continuity and development of partnerships over time.

Developing and sustaining partnerships in project-based international cooperation

Much of international cooperation in higher education takes shape through project-based initiatives. These initiatives provide a structured and resource-supported framework through which universities launch partnerships and implement joint activities within defined periods. In this sense, project-based cooperation serves to initiate and expand partnerships by creating initial connections, establishing common ground and enabling early stages of collaboration. Collaboration is typically concentrated within project timelines, intensifying during implementation and becoming less structured once funding ends.

The shift that occurs beyond formal project frameworks does not imply the interruption of collaboration, but rather a change in its form. Interaction between partners often continues, yet it becomes less regular, less formally coordinated and more dependent on emerging opportunities such as new funding calls or specific initiatives. This transitional phase is rarely addressed explicitly, although it plays a decisive role in shaping whether partnerships develop further or remain episodic [2].

Within this context, sustainable partnerships in higher education can be understood as collaborations that persist across the discontinuities created by project-based structures. What distinguishes such partnerships is not simply their duration, but their capacity to maintain interaction and coordination between project cycles, allowing collaboration to continue without being repeatedly re-initiated. The focus shifts to how partnerships are sustained between projects. This paper argues that their sustainability is determined in these inter-project periods.

Rather than defining sustainability through general characteristics, it becomes more relevant to examine the conditions under which collaboration is carried forward in this in-between phase. Several questions are particularly indicative:

- What sustains collaboration between project cycles in the absence of formal structures?
- How do partnerships transition across project-based phases without losing accumulated coordination and experience?
- Which mechanisms enable collaboration to persist beyond externally defined project cycles, rather than being repeatedly re-established?

Addressing these questions draws attention to the role of academic networks, encompassing both educational and research collaboration, as a mechanism that operates alongside project-based structures. Networks are not limited to collections of contacts or occasional exchanges. Rather, they constitute a system of ongoing relationships and interactions

that form an environment for collaboration within and between higher education institutions. Such networks enable sustained engagement beyond individual initiatives, maintaining interaction between project cycles rather than confining it to episodic activities. They provide a connective layer that supports communication, facilitates the continuation of collaboration beyond specific projects and enables partners to respond to new opportunities without re-establishing relationships from the outset [2, 5]. In this way, academic networks contribute to sustaining partnerships in periods where no formal project framework is in place, linking separate phases of collaboration into more continuous and coherent forms of engagement.

Sustaining partnerships through academic networks

Academic networks are not simply the result of formal institutional agreements. They emerge through ongoing interaction among academics and are sustained through continued engagement in joint activities. Over time, these interactions accumulate and connect, forming a structure that enables collaboration to persist across different contexts.

What becomes evident in practice is that collaboration within such networks is not defined by the types of activities themselves, but by how they are initiated and carried forward. In networked environments, collaboration rarely begins within a formal framework. Instead, it develops through relational proximity: partners remain accessible to one another, allowing interaction to be reactivated without the need to re-establish coordination each time. In this context, academic networks function as a mechanism that carries collaboration across the discontinuities of project-based structures.

This shifts the way collaboration unfolds. Activities such as joint publications, teaching contributions or new projects are not starting points, but continuations of existing interaction. The network lowers the threshold for engagement, enabling a relatively seamless move from informal exchange to more structured forms of collaboration with minimal reconfiguration.

Another important feature is the way different forms of interaction become interconnected over time. Rather than remaining isolated, collaboration develops in a layered manner: discussions lead to small initiatives, which may evolve into more formal cooperation and later return to less structured forms without being interrupted [2]. This fluid movement between levels of engagement allows partnerships to adapt to changing circumstances while maintaining continuity.

At the same time, interaction within networks extends beyond individual partnerships. It is distributed across a broader set of relationships, where connections overlap and reinforce one another. Collaboration does not depend solely on specific individuals or single project trajectories but can be sustained and reactivated through multiple points of connection within the network.

From this perspective, academic networks do not simply support partnerships – they shape the conditions under which they are maintained. By ensuring accessibility between partners, lowering the threshold for engagement and linking different forms of interaction over time, networks enable collaboration to persist, evolve and transition across project cycles without losing momentum.

Finally, while project-based cooperation remains an essential mechanism for initiating international collaboration in higher education, it is not sufficient to explain how partnerships endure over time. This paper has argued that the critical dimension of sustainability lies not within projects themselves, but in the periods between them, where collaboration is either maintained or gradually dissipates. By conceptualizing academic networks as an ecosystem of ongoing relationships and interactions, the paper shows that partnerships are sustained through the continuity of engagement that connects separate phases of cooperation. In this sense, sustainability cannot be reduced to project outcomes but must be understood as the capacity to carry collaboration across discontinuities in project-based structures. Recognizing academic networks as this connective infrastructure shifts the focus of both research and practice: from managing projects to supporting the conditions under which collaboration remains active, adaptable and resilient over time.

REFERENCES

1. Altbach, P. G., & de Wit, H. (2020). Internationalization in higher education: Global trends and recommendations for its future. *Policy Reviews in Higher Education*, 4(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/23322969.2020.1820898>
2. Eta, E. A., Tiensuu, M., Brito Salas, K., Georges, A., Kontio, H., Lehtomäki, E., & Nanewo Shingenge, F. (2025). Towards good higher education partnerships: A co-constructed model. *Nordic Journal of Comparative and International Education*, 9(3), Article 6285. <https://doi.org/10.7577/njcie.6285>
3. Leal Filho, W., Lange Salvia, A., Eustachio, J. H. P. P., Frankenberger, F., & Salvia, A. L. (2023). Ensuring sustainability in internationalisation efforts at higher education institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(7), 1452–1469. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-10-2022-0333>
4. Ma, J., & Montgomery, C. (2019). Constructing sustainable international partnerships in higher education: Linking the strategic and contingent through interpersonal relationships in the United Kingdom and China. *Journal of Studies in International Education*, 25(2), 198–214. <https://doi.org/10.1177/1028315319865784>
5. Wagner, C. S., Whetsell, T. A., & Mukherjee, S. (2019). International research collaboration: Novelty, conventionality, and atypicality in knowledge recombination. *Research Policy*, 48(5), 1260–1270. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.002>

ПРОАКТИВНІ ПАРТНЕРСТВА НТУ «ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» З ТЕРИТОРІАЛЬНИМИ ГРОМАДАМИ ЗАДЛЯ СПРИЯННЯ РЕЗИЛЬЄНТНОСТІ ТА СТАЛОМУ РОЗВИТКУ

¹АЗЮКОВСЬКИЙ Олександр,

²ПАВЛИЧЕНКО Артем,

³МАМАТОВА Тетяна

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна,
¹e-mail: azalex@nmu.one, ²e-mail: pavlichenko.a.v@nmu.one, ³e-mail: mamatova.t.v@nmu.one*

Необхідність відповідати на численні виклики та протистояти загрозам, в умовах яких функціонують і розвиваються заклади вищої освіти в Україні, разом із усвідомленням важливості проактивної суб'єктивності в системі національної стійкості [3] та реалізацією проєктів міжнародного і міжсекторального партнерства сприяють формуванню нового виміру організаційної культури сучасних університетів – культури резильєнтності, який доповнює виміри якості та доброчесності [1].

Війна посилює вразливість територіальних громад (пошкодження інфраструктури, зокрема, енергетичної, демографічні виклики, приплив внутрішньо переміщених осіб, потреби інтеграції та підтримки ветеранів тощо), а також розуміння розвивати спроможність до повоєнного відновлення й подальшого сталого розвитку. К цьому контексті громади потребують не лише гуманітарної допомоги, а й систематичного трансферу знань, методичного супроводу процесів стратегічного планування, інноваційних рішень та спільних з іншими стейкхолдерами місцевого розвитку ініціатив у сфері забезпечення резильєнтності. Університети відіграють провідну роль у цих процесах.

У Стратегії розвитку на 2026–2030 роки підкреслено, що НТУ «Дніпровська політехніка» розвивається як університет прикладних досліджень і водночас зміцнює свою траєкторію розвитку, зосереджену на посиленні партнерських відносин з бізнесом і громадами [2]. Це уміщує: визнання третьої місії університету; реалізацію проєктів місцевого і регіонального розвитку у співпраці з бізнес-партнерами та територіальними громадами регіону; а також розбудову системи суспільно-орієнтованого навчання. Університет активно реалізує стратегічний портфель програм і проєктів у пріоритетних сферах політики, спрямованих на забезпечення стійкості, зокрема у сферах системного управління якістю, створення інклюзивного та доступного середовища для залучення широкого кола зацікавлених сторін, управління ризиками та розвитку партнерств (освіта/дослідження – бізнес – влада – громада) з метою забезпечення безпеки, енергетичної та фінансової автономії [1; 2].

Інтегрування настанов міжнародного стандарту ISO 22316:2017 [6] та рекомендацій Міжнародного консорціуму задля організаційної резильєнтності (International Consortium for Organizational Resilience, ICOR) [4-5], а також підходу ISO 22336:2024 [7] до розроблення політик та стратегій забезпечення резильєнтності дозволило авторам запропонувати концептуальну модель забезпечення резильєнтності стійкості НТУ «Дніпровська політехніка» як системне представлення комплексу взаємоСПІВдіючих компонентів. Модель репрезентує поєднання готовності, гнучкості та надійності (preparedness, agility, and robustness), підкреслюючи здатність адаптуватися та підтримувати основні функції в умовах наднормативних подій і викликів. Вона також підкреслює важливість забезпечення резильєнтності особистостей (здобувачів, навчально-педагогічних і адміністративних працівників, а також інших категорій персоналу), лідерів і команд, які діють в університеті, а також гнучкості процесів і міцних соціальних мереж [1].

НТУ «Дніпровська політехніка» приділяє все більшу увагу реалізації власної третьої місії, перейшовши від реактивних заходів (таких як волонтерські ініціативи та гуманітарна допомога) до системної спільної реалізації проєктів у партнерствах з територіальними громадами та бізнесом. Протягом останніх трьох років у жовтні проводиться науково-практична конференція «Міжнародний форум: безпечна, комфортна та спроможна територіальна громада» – відкрита платформа для об'єднання зусиль органів публічного управління, академічної спільноти та бізнесу задля відновлення громад. Було підписано понад 30 угод із територіальними громадами регіону, асоціаціями органів місцевого самоврядування та аналітичними центрами, що мають досвід у сфері місцевого та регіонального розвитку. Зокрема, у 2025 році було підписано меморандуми про співпрацю з Дніпровською міською радою та «Агентством розвитку Дніпра», а також із Дніпропетровським регіональним відділенням Всеукраїнської Асоціації об'єднаних територіальних громад.

Співпраця з громадами, представниками органів публічного управління також здійснюється в рамках низки проєктів, зокрема: всеукраїнському проєкті «Посилення спроможності громад для відбудови через пілотування їхньої взаємодії з університетами» за підтримки Міжнародного фонду «Відродження»; співпраця з компанією ALTEK з метою створення на базі університету інноваційної акредитованої лабораторії з відновлюваних

джерел енергії відкрила нові можливості для взаємодії з громадами; співзаснування одного з 12 Європейських цифрових інноваційних хабів в Україні (Central Ukrainian EDIH), що спрямований на інновації, енергоефективність та цифрову трансформацію для розвитку стійких та промислових регіонів центральної України.

Розширюючи спроможність у сфері суспільно-орієнтованого навчання в рамках проекту ServU, університет вже реалізує низку проектів у сферах, які є найбільш затребуваними в регіоні під час війни та слугують підготовці стейкхолдерів місцевого і регіонального розвитку до повоєнного відновлення. Декілька прикладів: створення у співпраці з ДТЕК Енерго, спеціалізованих програм підвищення кваліфікації у сфері теплової генерації електроенергії (в межах Української енергетичної ініціативи від Глобального договору ООН в Україні); модернізація «Mechatronic lab» за допомогою «Інтерпайп» та Fischertechnik (заняття з використанням сучасних робототехнічних систем та обладнання у сферах робототехніки, мехатроніки та електромобільності для студентів та школярів); інтерактивний офлайн-проект «WOW! Фізика» для учнів 9-11 класів у Дніпрі у співпраці з «Інтерпайп». Ще одним ключовим напрямком є підтримка інтеграції ветеранів та ВПО у місцеву громаду: можливість для ветеранів, військовослужбовців та членів їхніх сімей розпочати власний бізнес у рамках проекту «Lab2Market Veteran»; навчання для ветеранів за програмою «Спеціаліст із сонячної енергетики»; відкриття у одному з гуртожитків центру «Мотанка» – простору, де постраждали від війни та місцеві жителі можуть отримати безкоштовну багатоаспектну допомогу.

Таким чином, досвід реалізації моделі проактивного партнерства «університет – територіальні громади», свідчить про те, що заклади вищої освіти можуть і повинні виступати опорою резильєнтності та каталізаторами сталого розвитку навіть (і особливо) в умовах війни та повоєнного відновлення. Впровадження такого підходу на інституційному рівні вимагає відданості керівництва, змін культури та розвитку сприятливих екосистем на національному, регіональному та місцевому рівнях.

REFERENCES

1. Aziukovskyi, O., Pavlychenko, A., & Mamatova, T. (2025). Formuvannya kultury rezylientnosti universytetu: keis NTU «Dniprovska politekhnika» [Developing a University Culture of Resilience: The Case of Dnipro University of Technology]. In Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference “National Resilience as a key element of national security: architecture, challenges and ways to strengthen it” (pp. 244-248). Ivano-Frankivsk : IFNTUOG. https://nung.edu.ua/sites/default/files/2025-12/36і́рник_тез_ІФНТУНГ_2025.pdf [in Ukrainian].
2. Dnipro University of Technology. (2026). Stratehiia rozvytku Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Dniprovska politekhnika» (2026 – 2030) [The Dnipro University of Technology Development Strategy (2026–2030)]. https://old.nmu.org.ua/ua/content/activity/programaroz/Стратегія_NTUDP_2026-2030.pdf [in Ukrainian].
3. President of Ukraine. (2021, September 27). Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 20 serpnia 2021 roku “Pro zaprovadzhennia natsionalnoi systemy stiikosti” : Ukaz Prezydenta Ukrainy № 479/2021 [On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated August 20, 2021, “On the introduction of a national resilience system”: Decree of the President of Ukraine № 479/2021]. <https://www.president.gov.ua/documents/4792021-40181> [in Ukrainian].
4. The International Consortium for Organizational Resilience. (n.d.-a). Resilience Frameworks. Embedding the Culture & Systems of Resilience. <https://build-resilience.org/resilience-frameworks>.
5. The International Consortium for Organizational Resilience. (n.d.-b). Organizational Resilience Model. Embedding the Culture & Systems of Resilience. <https://build-resilience.org/resilience-frameworks/organizational-resilience-model>.
6. The International Organization for Standardization. (2017). ISO 22316:2017 Security and resilience – Organizational resilience – Principles and attributes. <https://www.iso.org/standard/50053.html>.
7. The International Organization for Standardization. (2024). ISO 22336:2024 Security and resilience – Organizational resilience – Guidelines for resilience policy and strategy. <https://www.iso.org/standard/50073.html>.

ПЕРЕХІД ДО СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО РОЗВИТКУ ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

¹БОГОЛЮБОВ Володимир,

²БОНДАРЬ Валерія,

³КЛЕПКО Алла

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна,

¹e-mail, volbog@ukr.net ²e-mail, ndieco@ukr.net ³e-mail, alla.klepko@gmail.com

Увага до проблематики переходу агросектору до сталого розвитку особливо зросла після публікації ювілейної доповіді Римського клубу «Come On», в якій значна увага акцентована на необхідності формування усвідомлення невідворотності переходу до сталого сільського господарства (sustainable agricultural - SA) або *сталого сільського розвитку* (sustainable rural development - SRD) [1].

Провідні громадські організації України природоохоронного спрямування за участі НАНУ та міжнародних організацій підготували аналітичний документ у вигляді «Дорожньої карти сталого відновлення України», в якому запропонували пріоритетні напрями змін в державній екологічній політиці з метою повоєнного відновлення провідних секторів економіки України *на принципах сталого розвитку* [2]. Дорожня карта до стратегічних орієнтирів відновлення відносить також посилення євроінтеграційних процесів з прагненням досягнути кліматичної нейтральності. Серед детально проаналізованих авторами шести ключових секторів економіки ми особливий акцент зробили на сільському господарстві, як секторі, що формує не тільки продовольчу, а й екологічну безпеку України і тому може розглядатись як надзвичайно важлива рушійна сила переходу до сталого розвитку суспільства в цілому.

На нашу думку варто зауважити, що в українській мові вираз «сталий розвиток» є офіційним перекладом виразу «sustainable development (SD)», а термін «сталий» може означати - «який не змінюється, зберігає той самий склад, величину і т. ін.; безперервний, незмінний, постійний¹». Тому, при вживанні слова «сталий» в розумінні переходу до сталого розвитку суспільства, більш коректним, на наш погляд, є вираз *сталий сільський розвиток*, а не «сталий розвиток сільського господарства» [8] чи «сталий розвиток аграрного сектора», які використовують більшість вітчизняних вчених (О. Дребот, С.Кваша, О. Присяжнюк, Н. Прокопенко, В. Черкаська) [3,4,6].

Варто також акцентувати увагу на принциповій різниці між виразами «сталість» і «стійкість». Вживаючи термін «сталість» маємо на увазі особливості розвитку суспільства, у тому числі і сільського, в контексті переходу до сталого розвитку. Термін «стійкість» по відношенню до будь-якої системи, означає здатність системи, зокрема, агросфери зберігати свою структуру і призначення в часі і просторі. Кабінет Міністрів України в Стратегії розвитку аграрного сектору економіки наголошує на забезпеченні поряд з продовольчою безпекою «довгострокову *стійкість* аграрного сектору» шляхом «збалансованості його розвитку за економічними, соціальними та екологічними критеріями» [7]. До головних принципів розвитку агросектору Стратегія розвитку аграрного сектору відносить збалансованість соціально-економічних та екологічних показників, а також раціоналізацію та екологізацію аграрного природокористування, тобто можна стверджувати, що ухвалена

Враховуючи все вище згадане, ми вважаємо, що під *сталим сільським розвитком* (ССР) потрібно розуміти таку організацію життєдіяльності сільської громади, при якій забезпечуються сучасні потреби всіх членів громади і зберігаються можливості для майбутніх поколінь забезпечувати свої потреби (включаючи соціальні, економічні та екологічні аспекти). Прогресивний розвиток сільської громади залежить від якісного стану сільськогосподарських територій, що знаходиться як у колективній, так і у приватній власності членів громади. Можливість переходу сільських громад до сталого розвитку залежить, в першу чергу, на нашу думку, від збереження якісного стану цих територій протягом всього періоду їх використання.

Провідні українські вчені вважають, що для переходу до сталого розвитку агросектору (сталого сільського розвитку) необхідно оптимізувати основні виробничі процеси, і впроваджувати альтернативні технології, на кшталт точного і органічного землеробства [3,4,9]. Україна планує до 2030 року впровадити технології органічного землеробства майже на 3-х відсотках територій сільськогосподарського призначення [8].

Таким чином, можна стверджувати, що ключовими кроками для переходу до сталого сільського розвитку є:

- законодавчі (оновлена Стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій);
- збереження біорізноманіття, зокрема, агробіорізноманіття;
- збалансоване землекористування;
- розвиток сільської інфраструктури (транспортної, енергетичної, комунальної тощо).

¹ Великий тлумачний словник сучасної української мови. <https://1531.slovaronline.com/>

Національний університет біоресурсів і природокористування України (НУБіП) розробив і впроваджує Стратегію сталого розвитку університету до 2030 року (далі Стратегія), яка передбачає комплекс системних заходів щодо модернізації освітнього процесу, економічної і управлінської систем, зокрема, наукову підтримку розвитку сільської інфраструктури шляхом впровадження принципів сталого розвитку в аграрну політику [10]. В контексті розвитку сільської інфраструктури Стратегія передбачає участь університету в розвитку інфраструктури охорони здоров'я та підтримку енергетичної незалежності сільських громад. Більше того, Стратегія передбачає формування «потенціалу сільських районів для впровадження чистої енергії та підприємництва», а також створення «інноваційних технологій та практик сталого розвитку громади» і програми «екологічного планування сіл» [10, с.16-23].

У 2026 році Національний університет біоресурсів і природокористування України вперше був представлений у глобальному рейтингу сталого розвитку QS Sustainability Ranking 2026. Завдяки реалізації прийнятої Стратегії сталого розвитку НУБіП зайняв 1501 місце [5]. Рейтинг охоплював 2001 вищий навчальний заклад зі 108 країн світу. Серед 620 університетів Європи НУБіПУ посів 499-те місце і 10-те місце, серед 18-ти українських університетів.

Головним внеском Національного університету біоресурсів і природокористування України, згідно з стратегічними цілями, визначеними Стратегією, можна вважати забезпечення переходу агросектору України до сталого сільського розвитку шляхом:

- широкого впровадження інноваційних технологій (точного і органічного землеробства);
- зростання продуктивності сільського господарства, зокрема, збільшення обсягів і якості виробництва продуктів харчування;
- збереження якості сільськогосподарських земель при запобіганні втратам біологічного різноманіття;
- активного розвитку сільської інфраструктури;
- адаптації мешканців сільських громад і і самих сільськогосподарських територій до глобальних змін клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Von Weizsaecker, E., Wijkman, A. Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. – Springer, 2018. – 220 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7419-1>
2. Дорожня карта сталого відновлення України. https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2025/07/Roadmap_Sustainable_Recovery_Ukraine_2025-ua-s.pdf
3. Дробот О., Дем'янюк О. Методичний інструментарій та організаційно-економічні механізми забезпечення сталого розвитку аграрного сектору. <https://journals.urau.ua/bnusing/article/view/319376>
4. Kvasha S., Sokol L., Zhemoyda O. Problems of rural sustainable development in Ukraine / Zagadnienia Ekonomiki Rolnej. <http://www.zer.waw.pl/pdf-84959-20993?filename=PROBLEMS%20OF%20RURAL.pdf>
5. НУБіП України вперше представлено у рейтингу QS Sustainability Ranking 2026.: <https://nubip.edu.ua/en/news/nubip-ukraine-presented-first-time-qs-sustainability-ranking-2026>
6. Прокопенко Н.І. Сталій розвиток аграрного сектору економіки: поняття, сутність, умови реалізації. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-64-115>
7. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року / Розпорядження Кабінету Міністрів України № 179 від 3 березня 2021 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/179-2021-%D0%BF#n25>
8. Про схвалення Стратегії розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року / Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1163-р від 15 листопада 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/806-2013-%D1%80#Text>
9. Сталій розвиток сільського господарства. <https://www.yara.ua/about-yara/sustainability/commitment-and-policy/sustainable-agriculture/>
10. Стратегія сталого розвитку НУБіП. ENG Стратегія Сталого розвитку НУБіП України до 2030 року. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/rich_text_files/Sustainable%20Development%20Strategy%20NUBiP_0.pdf

UNIVERSITY AS A CENTER OF INTELLECTUAL AND SOCIAL CAPITAL

GENKAL Svitlana

*Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Sumy, Ukraine**e-mail: filadelfus205@gmail.com*

Universities in the context of global transformations emerge as social institutions that perform the function of generating and accumulating intellectual and social capital, thereby shaping the trajectories of societal development. They are increasingly recognized as key centers of scientific advancement and the formation of social practices, capable of influencing the directions of economic, cultural, and institutional development. Universities accumulate knowledge, generate new ideas, foster innovation, and cultivate critically thinking citizens who are able to respond effectively to contemporary challenges [1; 3].

The problem of the university as a carrier of intellectual and social capital is explored in the research conducted by S. Breus and A. Chaika (2025), O. Hrishnova (2014), S. Denezhnikov and O. Kozlova (2025), H. Kalinicheva (2021), S. Illiashenko (2022), and Ye. Khaustova (2015). In these works, the university is conceptualized as a center for knowledge accumulation, a space for social interaction, an environment for innovation and the generation of new ideas, and an institution that integrates human capital.

Historically, universities primarily functioned as classical educational institutions focused on the formation of knowledge and professional skills [4; 5]. However, with the development of science and society, their role has gradually transformed: from places of instruction, they have evolved into centers of intellectual activity, the generation of new ideas, and the development of innovative practices.

Contemporary global transformations – digitalization, increased mobility of students and academic staff, and the expansion of international partnerships, significantly reshape the mission of universities [7]. They are becoming not only educational institutions but also platforms for intercultural dialogue, integration into the global scientific community, and the development of competencies required in a globalized world.

Universities today function as multidimensional social institutions that combine educational, scientific, and social roles, ensuring sustainable development and enhancing a country's competitiveness in the international arena [2].

The strategic goal of the educational policy of Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko is "its development as an educational center focused on training highly qualified and competitive specialists with a strong fundamental higher education, who possess advanced intellectual abilities and professional competencies. This will enable them to become leaders in pedagogical education and society, capable of promoting the social, legal, economic, sports, and cultural interests of Ukrainian society across various spheres of global activity" [6].

This goal is implemented through a comprehensive system of educational programs, scientific research, and international cooperation.

The university offers a wide range of educational programs aimed at training highly qualified teachers and specialists in various fields. Particular attention is paid to the integration of modern educational technologies, the development of digital competencies, and the cultivation of critical thinking. This ensures the competitiveness of graduates in both national and international labor markets.

The university's research activity encompasses both fundamental and applied studies in the fields of pedagogy, psychology, sociology, physical education, as well as natural sciences and the humanities. Scientific schools are established, and conferences and seminars are regularly held, contributing to the development of innovative approaches in education. Research results are actively implemented into the educational process and the practice of educational institutions.

The university also carries out cultural, educational, and social activities aimed at fostering a harmoniously developed personality of a specialist, for whom social responsibility, spirituality, and professional competence are key priorities.

The university is actively developing international partnerships and participating in academic mobility programs, cooperating with European and global educational institutions. This enables students and academic staff to integrate into the global educational space, exchange experience, and implement best practices. Faculty members and students take part in grant programs and projects such as Erasmus+, Visegrad+ Grant, ERASMUS-EDU-2025-CBHE (Safe Learn), Erasmus-EDU-2024-CBHE (AMUSE), and Erasmus Sport 2024 CB (Team-EU-UA), which support academic mobility for both students and staff. A grant project in the field of inclusive education and digitalization of the learning process (Erasmus-EDU-2024-CBHE (AMUSE)) is also being implemented.

International conferences and forums dedicated to issues of pedagogical education and social transformations are held at the university. Centers for professional development and laboratories have been established to promote the implementation of scientific and educational innovations.

The intellectual capital of the university is realized through scientific research, the training of highly qualified specialists, and the development of interdisciplinary approaches. Social capital is formed through networks of interaction, partnerships with the community, business, and public institutions, as well as through the cultivation of values such as solidarity, responsibility, and democratic culture.

Thus, universities are becoming not only places of learning but also spaces of social dialogue, innovation, and social integration. Their role in the global context lies in ensuring sustainable development, fostering inclusive societies, and preparing leaders capable of acting under conditions of uncertainty and rapid change.

Meanwhile, the transformation of universities into centers of intellectual and social capital is accompanied by a several challenges. These include increasing competition in the global educational space, the need for rapid adaptation of educational programs to labor market demands, digital inequality, as well as risks of weakening the fundamental nature of education under conditions of excessive focus on practice-oriented outcomes. Particular attention should be paid to the issue of maintaining academic integrity and ensuring the quality of education in the context of widespread digitalization and distance learning.

The prospects for university development are associated with the further strengthening of their role as innovation centers that integrate scientific research, educational activities, and social partnership. The development of university ecosystems, in which education, science, business, and the community are combined, is becoming increasingly important. Such an approach contributes to the formation of new models of interaction based on openness, interdisciplinarity, and innovation.

In this context, universities are gradually transforming into key drivers of sustainable societal development, ensuring not only the training of specialists but also the creation of new social practices, values, and educational models. Therefore, strengthening their intellectual and social potential is a strategic task of state educational policy in the context of global changes.

Despite these challenges, higher education institutions in Ukraine demonstrate resilience and adaptability, expanding international cooperation, modernizing governance models, and integrating into the European Higher Education Area. This enhances their role as strategic institutions for national development and post-war reconstruction.

REFERENCES

1. Breus, S., & Chaika, A. (2025). Conceptual foundations of the impact of intellectual capital on the economic security of the system of higher education institutions of Ukraine. *Economy and Society*, 80. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-80-132>
2. Grishnova, O.A. (2014). Human, intellectual and social capital of Ukraine: Essence, interrelation, assessment, and directions of development. *Social and Labour Relations: theory and practice*, 1, 34–42. <https://ir.kneu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/db5e5bee-8e4b-40e4-9fc6-77ed01b35f21/content>
3. Denezhnikov, S., & Kozlova, O. (2025). Formation of methodology for assessing human capital in the innovative activity of an educational institution. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 142(2), 231-242. <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2025.02/231-242>
4. Illiashenko, S. M. (2022). Intellectual capital as a basis for forming strategies of innovative development of the university. In O. I. Maslak et al. (Eds.), 7th International Scientific and Practical Online Conferenc "Innovative modernisation of Ukraine's economy in the context of European integration processes". (pp. 334-336). Kremenchuk National University named after M. Ostrohradskyi. <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/60101>
5. Kalinicheva, H. (2021). Quality of higher education as a component of human capital formation: Challenges for Ukraine. *Oswiatologia*, 10, 24-36. <https://doi.org/10.28925/2226-3012.2021.103>
6. Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. (2023). Strategy for the development of Sumy State Pedagogical University until 2032. https://sspu.edu.ua/images/2023/docs/polozhennia/strategiya_rozvitku_sumdpu_do_2032_62aca.pdf
7. Khaustova, Ye. B. (2015). The concept of intellectual capital of a higher educational institution within the sociological framework. *Effective Economy*, 11. https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/3403/3/20161206_Khaustova_2015_N11.pdf

МІЖСЕКТОРАЛЬНА ВЗАЄМОДІЯ У РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «ЄДИНЕ ЗДОРОВ'Я»: РОЛЬ УНІВЕРСИТЕТІВ В ІНТЕГРАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОГО КОМПОНЕНТУ

ГЛУХОНЕЦЬ Юлія

*Національний транспортний університет, Київ, Україна,
e-mail: julia.hlukhonets@gmail.com*

17 березня 2022 року чотири міжнародні організації, Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (ФАО), Всесвітня організація охорони здоров'я тварин (ВООЗТ), Екологічна програма ООН (ЮНЕП) і Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) підписали меморандум, що забезпечує правову та формальну основу для вирішення чотирма організаціями проблем, пов'язаних із взаємодією людей, тварин, рослин та екосистем, використовуючи більш інтегрований та скоординований підхід.

Єдине здоров'я – це міждисциплінарний підхід, спрямований на зміцнення здоров'я людини, тварин та екосистем та забезпечення сталого балансу між цими трьома складовими. Проте роль довкілля у цій трійці часто недооцінюється. При захворюваннях, що передаються тваринами, довкілля грає потрійну роль, виступаючи як резервуар, де накопичуються і переносяться речовини; як осередок протікання екологічних та хімічних процесів; і як посередник, коли збудники хвороб з навколишнього середовища передаються тваринам і людям та впливають на них [1]. Концепція «Єдине здоров'я» (One Health) — це інтегрований підхід, спрямований на сталий баланс та оптимізацію здоров'я людей, тварин та екосистем. Вона базується на розумінні нерозривних зв'язків між станом довкілля та добробутом населення. Оскільки понад 30% нових інфекційних захворювань, зареєстрованих з 1960 року, пов'язані зі зникненням та змінами у землекористуванні, роль екологічного сектору стає критичною для глобальної безпеки. Заклади вищої освіти в цьому контексті виступають унікальними платформами, що здатні об'єднати науковий потенціал, ресурси та інновації для вирішення складних міждисциплінарних проблем.

Мережа закладів вищої освіти (університетів) відіграє ключову роль у формуванні міжсекторальної роботи. Прикладом успішної міжнародної взаємодії є мережі AFROHUN (Африка) та SEAOHUN (Південно-Східна Азія), які об'єднують понад 120 закладів вищої освіти (університетів). Вони фокусуються на навчанні, заснованому на компетенціях, що дозволяє студентам різних спеціальностей — від екологічного менеджменту до ветеринарії — спільно працювати над реальними прикладами, такими як боротьба із зоонозами або наслідками кліматичних змін. Важливим елементом є студентські інноваційні клуби, які залучають молодь до практичних заходів: екологічних толок, просвітницької роботи в громадах та розробки рішень для управління відходами [3].

Особлива увага в університетській діяльності має приділятися посиленню екологічного компонента, який часто залишається недооціненим у порівнянні з медичним чи ветеринарним аспектами [2]. Заклади вищої освіти можуть сприяти подоланню бар'єрів між секторами охорони здоров'я та захисту навколишнього середовища через ініціювання спільних досліджень, розробку єдиних індикаторів біорізноманіття та здоров'я, а також використання освітніх технологій, таких як гра «One Health Mural» та/або мобільні додатки для екологічного моніторингу тощо. Одним із ключових аспектів гри є те, що вона не лише інформує, а й залучає гравців до пошуку рішень. Це робить «One Health Mural» не просто грою, а платформою для навчання і обміну ідеями, що можуть бути застосовані у реальному житті.

В Україні впровадження концепції «Єдине здоров'я» активно інтегрується в освітній простір. Національний університет біоресурсів і природокористування України (НУБіП) реалізує проєкт «EU4OH», спрямований на впровадження рамок та політик ЄС у цій сфері [5]. Своєю чергою, у Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця створено сертифікатну програму, яка включає модулі з безпеки харчових продуктів у системі «людина-тварина-рослина-довкілля», впливу промислових забруднень та глобальних змін клімату. Такий підхід дозволяє готувати фахівців громадського здоров'я, здатних оцінювати екологічні ризики та впроваджувати профілактичні заходи на національному рівні [4].

Міжсекторальна взаємодія, міжнародна підтримка та співпраця з організаціями, закладами вищої освіти (університетами), які поділяють екологічні цінності, є ключовими для відновлення природних територій, збереження біорізноманіття та стабілізації екологічного балансу. Лише спільними зусиллями можливо забезпечити екологічне майбутнє України та зберегти її природну спадщину для наступних поколінь.

Сучасний етап розвитку освіти в Україні передбачає адаптацію навчальних програм до вимог часу. В умовах зміни клімату, забруднення довкілля та виснаження природних ресурсів, важливо, щоб фахівці з екології та технологій захисту навколишнього середовища мали не лише теоретичні знання, але й практичні навички для їх застосування. Формування фахових компетенцій дозволяє:

1. Забезпечити високий рівень підготовки фахівців, здатних працювати в умовах постійних змін у законодавстві та технологіях;

2. Сприяти розвитку критичного мислення у студентів, що є необхідним для вирішення складних екологічних проблем;

3. Забезпечити інтеграцію міждисциплінарних знань, адже питання захисту навколишнього середовища потребують комплексного підходу, а концепція «Єдине здоров'я» є ключем до пошуку спільних рішень та досягнення розуміння взаємозалежності та взаємодії між здоров'ям людей, тварин та навколишнього середовища [6].

Отже, заклади вищої освіти, як освітні та наукові хаби забезпечують необхідну базу для міжсекторального діалогу. Зміцнення ролі екологічного компонента в навчальних програмах та наукових проєктах є передумовою для успішної реалізації концепції «Єдине здоров'я», що дозволить знизити ризики змін клімату, зменшення біорізноманіття та забезпечити сталий розвиток суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Офіційний веб-ресурс Програми ООН з довкілля (ЮНЕП): <https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/chemicals-management/pollution-and-health/unep-one-health>
2. A case for intersectoral health-conservation collaboration: Barriers and opportunities. IUCN, 2024. https://iucn.org/sites/default/files/2024-07/iucn_multi-sector-collaboration-report.pdf
3. Lane J. K. et al. One Health university networks offer a globally connected platform for education, collaboration and research. Research Directions: One Health, 2025. https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/9948CC6F15839B28E83E0D269C425F17/S2752946025000062a.pdf/one_health_university_networks_offer_a_globally_connected_platform_for_education_collaboration_and_research.pdf
4. Яворовський О. П., Паустовський Ю. О., Зенкіна В. І. Нова сфера міждисциплінарних знань «Єдине здоров'я»: наукова спрямованість і освітній контент. Клінічна та профілактична медицина, № 3(33), 2024 <https://doi.org/10.31612/2616-4868.3.2024.08>
5. Projects - Integration EU One Health framework and policies in Ukraine. National Erasmus+ Office in Ukraine, 2022. <https://erasmusplus.org.ua/en/projects/integration-eu-one-health-framework-and-policies-in-ukraine-2/>
6. Глухонець Ю. В., кваліфікаційна магістерська робота за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» на тему: «Застосування ігрових технологій навчання для формування фахових компетенцій в сфері захисту навколишнього середовища», Київ, НТУ, 2025

ЦИФРОВА ІНКЛЮЗІЯ ТА АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ В ЕПОХУ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРЕТЬОЇ МІСІЇ УНІВЕРСИТЕТУ

ДУШКІН Станіслав

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна
e-mail: dushkin@khadi.kharkov.ua*

Сучасна парадигма розвитку вищої освіти передбачає переосмислення «третьої місії» університетів, де вони виступають не лише осередками знань, а й активними агентами соціальних змін [1]. В умовах цифрової трансформації пріоритетом стає інклюзія, що базується на використанні штучного інтелекту (ШІ) [2, 3]. Інноваційні рішення у сфері ШІ дозволяють створювати безбар'єрне освітнє середовище, адаптуючи контент для студентів із порушеннями слуху, зору або когнітивними особливостями. Прикладом такого підходу є «Speech Accessibility Project», реалізований Університетом Іллінойсу у співпраці з Microsoft та Google, що демонструє потенціал ШІ у покращенні комунікації для людей із мовленнєвими порушеннями.

Водночас розвиток інклюзивних технологій вимагає посилення контролю за академічною доброчесністю. Використання генеративного ШІ (GenAI) в освітньому процесі має супроводжуватися формуванням нової етики досліджень. Університети повинні впроваджувати інструменти, як-от Turnitin Draft Coach, що дозволяють здійснювати превентивну перевірку робіт і сприяють навчанню студентів коректному цитуванню та використанню ШІ-асистентів. Це створює фундамент цифрової довіри, де технології підтримують, а не заміщують інтелектуальні зусилля особистості.

Стійкість університетів як інституцій залежить від їхньої здатності інтегрувати ці напрями у єдину стратегію розвитку. Стратегічне партнерство між академічним сектором та глобальними EdTech-компаніями забезпечує доступ до передових інструментів ШІ, що є критично важливим для забезпечення рівних можливостей у глобальному науковому просторі. Таким чином, поєднання цифрової інклюзії та доброчесності стає основою для нової моделі академічної взаємодії, що відповідає викликам сучасності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Lebeau, Y., & Cochrane, A. (2015). Rethinking the 'third mission': UK universities and regional engagement in challenging times. *European Journal of Higher Education*, 5(3), 250–263. <https://doi.org/10.1080/21568235.2015.1044545>
2. UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>
3. Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. UNESCO Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>

ІНТЕГРАЦІЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В ОСВІТНІ ПРОГРАМИ ЯК ІНСТРУМЕНТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ ТА РЕГІОНАЛЬНИХ ПОТРЕБ

**КЛИМЕНКО Микола,
ПРИЩЕПА Алла**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна,
e-mail: a.m.pryshchepa@nuwm.edu.ua*

Реалізація принципів сталого розвитку (СР) є необхідною умовою забезпечення подальшого існування людства, що зумовлює потребу в модернізації сучасної системи освіти. Усвідомлення цього положення має стати важливим мотиваційним чинником у процесі реформування університетів у **контексті глобальних трансформацій** [1,2]. Якісна освіта виступає ключовою передумовою забезпечення СР держави, що зумовлює необхідність інтеграції цілей сталого розвитку у наукову та освітню діяльність закладів освіти [3, 4]. Освітні програми (ОП) є ключовим інструментом системної інтеграції Цілей сталого розвитку (ЦСР) в процес підготовки фахівців, оскільки вони визначають цілі, результати навчання, зміст та структуру освітнього процесу відповідно до сучасних глобальних викликів. Їхня роль у реалізації СР полягає у забезпеченні включення принципів сталості до цілей і результатів навчання, формуванні компетентностей сталого розвитку (зокрема критичного мислення, соціальної відповідальності та екологічної свідомості), а також у розвитку міждисциплінарного підходу до навчання. Окрім цього, ОП сприяють поєднанню теоретичної підготовки з практичними кейсами та проектною діяльністю, орієнтації на потреби ринку праці та суспільства, а також забезпеченню відповідності національним і міжнародним стандартам якості освіти. Тому, інтеграція ЦСР в ОП набуває особливої актуальності в умовах сучасних глобальних трансформацій.

Мета дослідження полягає в обґрунтуванні ролі інтеграції ЦСР в ОП як інструменту модернізації підготовки фахівців в умовах сучасних викликів.

Завдання дослідження: проаналізувати підходи до інтеграції ЦСР в освітній процес і визначити їхній вплив на формування професійних компетентностей здобувачів освіти.

Об'єкт дослідження – процес підготовки фахівців у системі вищої освіти.

Предмет дослідження – інтеграція Цілей сталого розвитку в освітні програми як чинник модернізації змісту підготовки фахівців.

Методи дослідження. У роботі використано загальнонаукові методи аналізу, синтезу, узагальнення та системного підходу для дослідження особливостей упровадження Цілей сталого розвитку в освітні програми.

Дослідження проводили на прикладі підготовки фахівців у Національному університеті водного господарства та природокористування (НУВГП). Було проаналізовано більше ста освітньо-професійних програм підготовки здобувачів освітнього рівня бакалавр та магістр. Визначено, що інтеграція ЦСР в ОП впроваджуються за трьома моделями. Перша модель передбачає включення питань сталого розвитку в освітні програми через додаткові програмні результати та спеціальні компетенції, шляхом запровадження профільних навчальних дисциплін. Друга – інтеграція ЦСР до освітніх компонентів для забезпечення загальних та спеціальних компетенцій, і третя передбачає посилення ОП введенням освітніх компонентів, або вибіркового навчальних дисциплін, які стосуються питань сталого розвитку.

Перша модель запроваджена для підготовки бакалаврів та магістрів спеціальностей «Екологія», «Технології захистів навколишнього середовища». Для цього науковою школою професора Клименка М.О. розроблені навчальні, науково-методичні рекомендації, підручники [5-7] для таких навчальних дисциплін, як «Стратегія сталого розвитку», «Місцевий план дій з охорони довкілля», «Розробка стратегій сталого розвитку населених пунктів» та інші. Реалізація принципів СР в ОП виходить за межі теоретичного навчання і трансформується у виконання конкретних регіональних завдань, спрямованих на підтримку територіальних громад (ТГ) Рівненщини.

Незначна кількість ОП сформована за третьою моделлю. Так, наприклад, до вибіркового блоку ОПП «Водні біоресурси та аквакультура» включено навчальну дисципліну «Засади сталого розвитку суспільства», а до ОПП «Туризм та рекреація» – «Екологічні основи збалансованого природокористування». Як показує досвід, такий підхід до інтеграції Цілей сталого розвитку є ефективним інструментом удосконалення підготовки фахівців. Він спрямований на формування системи професійних і соціально відповідальних компетентностей, необхідних для реагування на складні соціально-економічні та екологічні виклики, а також забезпечує гармонізацію змісту освіти з європейськими освітніми стандартами та стратегічними пріоритетами розвитку суспільства й ТГ.

Переважає більшість ОПП базується на другій моделі інтеграції ЦСР. Кожна галузь знань та відповідна спеціальність мають потенціал для досягнення ЦСР через застосування специфічних професійних знань, умінь та інструментів. Практична імплементація окресленого підходу потребує комплексної адаптації змісту навчаль-

них дисциплін та суттєвого вдосконалення методології викладання. У цьому контексті реалізація ЦСР значною мірою детермінується професійною діяльністю науково-педагогічних працівників та якісним оновленням освітніх компонентів. Саме викладачі виступають стратегічними агентами змін, які забезпечують органічну інтеграцію принципів сталого розвитку в освітній процес, безпосередньо впливаючи на формування ціннісних орієнтирів та фахових компетентностей майбутніх спеціалістів. Навчальні дисципліни є базовим інструментом імплементації ЦСР в освітню практику (рис. 1). Безпосередньо на рівні окремих компонент ОП здійснюється системне формування знань, переконань та практичних навичок здобувачів, що базуються на принципах сталості.

Таким чином, інтеграція Цілей сталого розвитку в освітні програми є стратегічним інструментом трансформації вищої освіти, що забезпечує перехід від вузькопрофесійної підготовки до формування соціально відповідальних фахівців із системним еко-орієнтованим мисленням. У НУВГП формуються умови інтеграції ЦСР в освітнє середовище, що дозволяють готувати інтелектуальну еліту, здатну не лише адаптуватися до глобальних викликів, а й впроваджувати інноваційні рішення в інтересах сталого розвитку громад та держави.

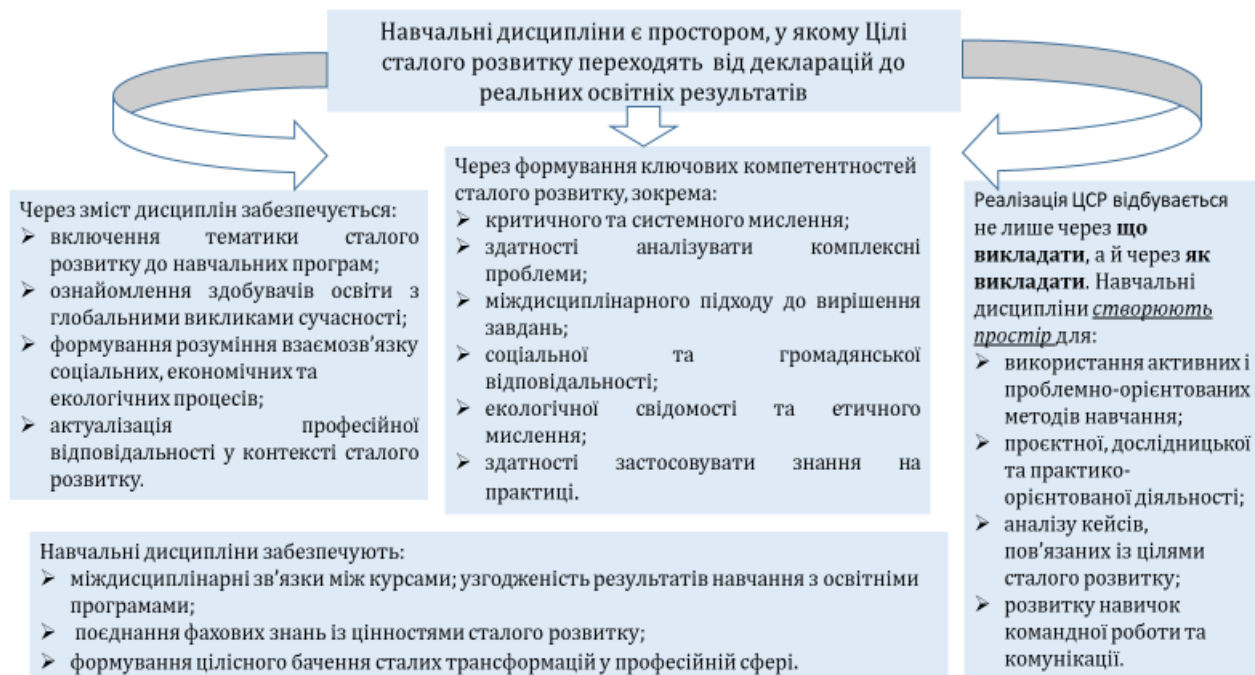


Рис 1. Роль освітніх компонентів у системі імплементації ЦСР в ОП

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Воробієнко П. П. Роль освіти в досягненні цілей сталого розвитку ООН. Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2023. Т. 5, № 1. С. 1–8. DOI: <https://doi.org/10.37472/v.naes.2023.5113>
2. Мельниченко С. Г. Дослідження сучасного стану, проблем та перспектив впровадження цілей сталого розвитку в освітній процес в Україні. Ціннісно-орієнтований підхід в освіті і виклики євроінтеграції: матеріали III Всеукр. наук.-метод. конф. (м. Суми, 18 черв. 2022 р.). Суми: Сумський державний університет, 2022. С. 143–146. URL: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/88668>
3. Хмелевська О. М. Освіта для сталого розвитку: зміст та інструкції. Demography and Social Economy. 2018. № 1 (32). С. 29–42. DOI: <https://doi.org/10.15407/dse2018.01.029>
4. Холявко Н., Попело О., Тарасенко О. Вплив вищої освіти на сталий розвиток національної економіки. Economic Synergy. 2022. № 1–2. С. 141–153. DOI: <https://doi.org/10.53920/ES-2022-1;2-11>
5. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Сталый розвиток місцевих громад: підручник. Київ: Кондор, 2018. 296 с.
6. Клименко М. О., Прищепа А. М., Брежицька О. А. Оцінювання стану територій міста за показниками сталого розвитку: [монографія]. Рівне: НУВГП, 2018. 182 с.
7. Клименко Л. В., Клименко М. О., Клименко О. М. Стратегія сталого розвитку регіону: підручник. Київ: Кондор, 2021. 256 с.

СТРАТЕГІЧНЕ ПАРТНЕРСТВО УНІВЕРСИТЕТУ ТА ГРОМАД У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РЕГІОНУ

**МОШИНСЬКИЙ Віктор,
СОРОКА Валерій,
ПРИЩЕПА Алла,
КЛИМЕНКО Микола**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна,
e-mail: a.m.pryshchepa@nuwm.edu.ua*

Сучасна парадигма вищої освіти передбачає розширення класичних функцій навчання та досліджень (першої та другої місій) через імплементацію "третьої місії" - соціального служіння. Ця функція реалізується через системну взаємодію університету з органами влади, бізнесом та громадами, що забезпечує підвищення інтелектуального капіталу територій та стає фундаментом для впровадження інновацій і розвитку високотехнологічного виробництва на регіональному рівні [1–3]. Особливої актуальності набуває трансформація "третьої місії" університетів в умовах воєнного стану та повоєнного відродження, оскільки заклади вищої освіти стають осередками соціальної згуртованості та стратегічного партнерства, де служіння громадам реалізується через безпосередню участь у проєктах відновлення інфраструктури, підтримку внутрішньо переміщених осіб та експертний супровід природоорієнтованих рішень та екологічно дружніх технологій [4,5].

Особливої ваги цей процес набуває для Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП), який, володіючи унікальним науковим потенціалом у сфері екології, водних ресурсів, природокористування та інженерії, стає центром імплементації Цілей сталого розвитку на регіону та держави. Слід зазначити, що взаємодія між академічною спільнотою університету та територіальними громадами (ТГ) в межах Європейського зеленого курсу є базовим інструментом забезпечення сталого розвитку громад та регіону [6, 7].

Метою роботи є обґрунтування практичних рекомендацій щодо зміцнення стратегічного партнерства університету та громад як базового фактора забезпечення сталого розвитку регіону через реалізацію його соціальної та екологічної місії. Завданням дослідження є: з'ясувати сутність і принципи стратегічного партнерства; систематизувати форми взаємодії університету та громад; обґрунтувати організаційно-управлінські механізми співпраці. Об'єктом дослідження виступає процес системної взаємодії закладів вищої освіти з інституціями регіонального розвитку та органами місцевого самоврядування. Предметом дослідження є організаційно-економічні механізми, форми та методи інтеграції принципів сталого розвитку в освітнє середовище та систему партнерства «університет-громада». Методи дослідження: системний підхід - для аналізу структури взаємодії суб'єктів; метод логічного узагальнення - при формулюванні категоріального апарату; метод кейс-стаді - для вивчення практичного досвіду реалізації проєктів.

Сучасна трансформація вищої освіти в Україні, зокрема досвід НУВГП, засвідчує, що глобальні екологічні, соціально-економічні та технологічні виклики (рис.1.) суттєво трансформують систему вищої освіти та визначають нові вектори діяльності університетів у співпраці з ТГ. Університети повинні відповідати принципам сталого розвитку, та системно інтегрувати соціальні, економічні та екологічні аспекти сталого розвитку у свою діяльність (рис. 2). Така ситуація актуалізує нову місію університетів - виступати стратегічними партнерами ТГ. Окрім підготовки кадрів, здатних вирішувати сучасні виклики, ЗВО мають брати на себе роль центрів регіональних інновацій та ініціювати проєкти, що забезпечують сталий розвиток на місцях.

Модель стратегічного партнерства університету та ТГ передбачає визначення стратегічних пріоритетів співпраці, базується на засадах SMART-спеціалізації регіону, інноваційного розвитку, міжсекторальної взаємодії, ефективного використання регіонального потенціалу та забезпечує генерацію знань, розвиток людського капіталу та підтримку локальних ініціатив. У цьому контексті університет виступає генератором наукових знань і інновацій, тоді як ТГ забезпечує практичне середовище для їх впровадження та адаптації до місцевих потреб. Партнерами виступають органами місцевого самоврядування, бізнес-структури, громадські організації, а також міжнародні партнери й донорські інституції. Це створює умови для об'єднання інтелектуальних, фінансових і організаційних ресурсів задля реалізації спільних проєктів регіонального розвитку. Функціонування моделі забезпечується дотриманням принципів партнерства та взаємної відповідальності, інноваційності, відкритості й прозорості, орієнтації на потреби громади, екологічної та соціальної відповідальності, цифровізації та інклюзивності.



Рис. 1. Глобальні виклики сучасності та їх вплив на систему освіти

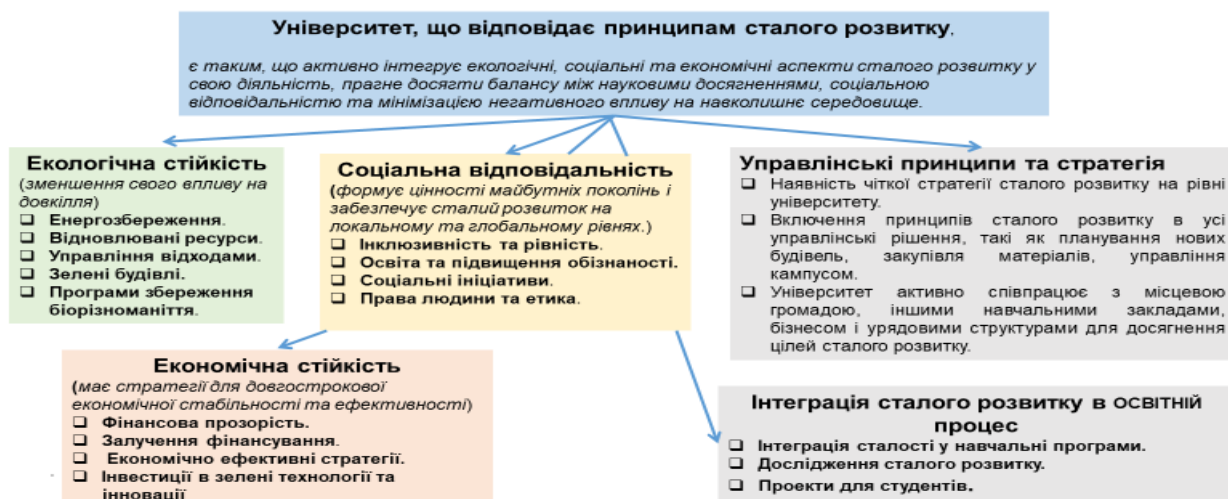


Рис. 2. Модель системної інтеграції принципів сталого розвитку в діяльність ЗВО

До актуальних напрямів співпраці між університетом і громадою, є спільні науково-дослідні та інноваційні проекти, підготовка висококваліфікованих кадрів відповідно до потреб регіонального ринку праці, розвиток підприємництва та стартап-культури, підтримка соціальних і екологічних ініціатив, а також цифрова трансформація громад. Важливим напрямом взаємодії є надання університетами аналітичної, експертної та консультативної підтримки органам місцевого самоврядування у процесі стратегічного планування та управління розвитком території. Реалізація моделі забезпечується через використання комплексу організаційно-управлінських інструментів, до яких належать регіональні програми розвитку, грантові та інвестиційні проекти, центри трансферу технологій, механізми дуальної освіти, публічно-приватне партнерство та цифрові платформи взаємодії.

Таким чином, запропонована модель стратегічного партнерства університету та територіальної громади створює передумови для формування ефективної системи взаємодії, спрямованої на забезпечення сталого розвитку регіону на основі SMART-спеціалізації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Третя місія університетів. Керівництво з впровадження : методичний посібник / за ред. М. О. Нестерової. Суми : Університетська книга, 2025. 126 с.
- Петроє О. М., Шофолова Н. М. Третя місія університетів: досвід Італії для України з імплементації й оцінювання. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія «Педагогіка». 2023. Вип. 1 (17). С. 41–49. URL: <https://pedvisnyk.knu.ua/index.php/pedagogy/article/view/280> (дата звернення: 08.05.2026).
- Васиньова Н. Світовий досвід реалізації соціальної відповідальності університетів. Universities and Leadership. 2023. № 15. С. 136–152. DOI: <https://doi.org/10.31874/2520-6702-2023-15-136-152>

4. Репіна І., Востряков О., Будяєв М. Третя місія університету в контексті інтернаціоналізації та євроінтеграції: формування інклюзивного освітнього й наукового середовища. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*. 2026. Vol. 352, No. 2. P. 485–492. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2026-352-65>
5. Усик В. Третя місія університетів України в контексті війни та відновлення. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2025. № 2 (78). С. 35–43. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2025-78-35-43>
6. Клименко М. О., Клименко О. М., Клименко Л. В. Сталый розвиток місцевих громад : підручник. Київ : Кондор, 2018. 296 с.
7. Клименко Л. В., Клименко М. О., Клименко О. М. Стратегія сталого розвитку регіону : підручник. Київ : Кондор, 2021. 256 с.

FROM INSTITUTIONAL COOPERATION TO STRATEGIC UNIVERSITY ALLIANCES: FUNCTIONS, BENEFITS, AND FUTURE PATHWAYS FOR UKRAINIAN UNIVERSITIES

BALYKIN Ivan

*NGO “Progresylni”, Kyiv, Ukraine; University of Mannheim, Mannheim, Germany,
e-mail: ivan.balykin@yahoo.com*

INTRODUCTION

European higher education is moving from loose bilateral cooperation to structured university alliances. The European Universities Initiative describes this shift through long-term transnational cooperation, embedded mobility, joint degrees, micro-credentials, challenge-based learning, and stronger community engagement [1]. For Ukrainian universities, this agenda has an additional meaning: under the pressure of war, displacement, and European integration, alliances are not only instruments of internationalization, but also mechanisms of institutional resilience, reconstruction, and academic diplomacy. The conference “CONNECT_ED: Strategic Partnerships for Global Academic Engagement” is itself organized within the DAAD-funded ConnectED project and explicitly focuses on academic diplomacy, university networks, alliances, the Sustainable Development Goals, and post-war recovery [2].

FUNCTIONS OF STRATEGIC UNIVERSITY ALLIANCES

A strategic university alliance should be understood as a durable cooperation architecture rather than a ceremonial memorandum of understanding. Its first function is knowledge integration. Alliances enable joint curricula, shared teaching resources, co-supervised research, research visits, and common quality-assurance routines. Research on sustainability-oriented higher education networks confirms that such formats expand knowledge circulation and institutional learning beyond the capacity of a single university [3]. In Ukraine’s case, this function is evident in the DAAD German-Ukrainian University Network (DUHN), which supports 30 cooperation projects from 2025 to 2029, including joint and double-degree pathways, certificates, courses, and academic exchange formats [4].

The second function is capacity building under crisis conditions. DAAD lists ConnectED as a DUHN project coordinated by the Eberswalde University for Sustainable Development with Sumy National Agrarian University and the Ukrainian National Forestry University as Ukrainian partners [5]. The ConnectED network, therefore, represents a move from short-term project cooperation toward a more permanent infrastructure for knowledge exchange, joint teaching, and institutional support. The third function is academic diplomacy. The U7+ Alliance illustrates this dimension: in 2026, it called on G7 governments to involve universities in global policy-making on democracy, responsible AI, public trust, and international cooperation; the University of Mannheim identifies U7+ as an international coalition of 48 universities with an annual joint agenda [6].

BENEFITS FOR UKRAINIAN UNIVERSITIES

Four benefits are especially relevant. First, alliances lower transaction costs for mobility and recognition. European university alliances are expected to embed mobility in curricula and implement joint degrees and micro-credentials [1]. For Ukrainian institutions, such formats are important because mobility, recognition, and credential transfer often become administratively fragile during war. Erasmus+ TransLearnN offers a relevant example: it is an interdisciplinary educational network for sustainable and resilient post-war reconstruction that involves several Ukrainian universities [7].

Second, alliances accelerate curriculum modernization. The CoSMoS-NT initiative between Kharkiv National University of Radio Electronics and the Technical University of Applied Sciences Wildau develops a joint Computer Science program with specializations in “AI for Life Science and Medicine” and “Automation and AI” under the DAAD DUHN framework [8]. NURE presents the programme as a joint initiative combining Ukrainian and European educational standards and leading to a joint Bachelor’s degree [9]. This shows how alliance-based cooperation can transform curriculum reform into a governed institutional process rather than an isolated donor-funded activity.

Third, alliances increase research visibility and access to international project ecosystems. DUHN is framed by DAAD as a programme supporting the reconstruction of Ukrainian higher education and its integration into the European Higher Education Area [4]. Network membership, therefore, serves as an institutional signal that Ukrainian universities are part of quality-oriented, internationally visible cooperation structures. Fourth, alliances strengthen academic continuity. Research on the Ukrainian-German Digital Teaching Network (DTN) and the Wildau-Kharkiv IT Bridge shows how digital educational networks helped maintain teaching continuity, professional development, and institutional adaptability during crisis conditions [10].

FUTURE PATHWAYS

Three pathways are especially important for Ukrainian universities in 2026-2030. The first is the transition from project-based cooperation to enduring alliance governance. ConnectED, DUHN, DTN, TransLearnN, and CoSMoS-NT demonstrate that short-term funding can generate long-term academic architecture, but only if governance, communication, quality assurance, and post-grant financing are planned from the beginning. The second pathway is thematic specialization. General partnerships are useful, but Ukrainian reconstruction requires focused alliances in environmental protection, digital education, AI, sustainable regional development, and university administration. A Quadruple Helix logic can strengthen this pathway by linking universities with public authorities, business, and civil society; this expanded social role of universities is central to scholarship on the Quadruple/Quintuple Helix model [11].

The third pathway is alignment with the European Higher Education Area. The Bologna Process and EHEA are designed to facilitate mobility, recognition, inclusion, and comparability of higher education systems [12]. Strategic alliances with European universities give Ukrainian institutions practical access to ECTS-compatible curricula, joint programme design, quality-assurance procedures, and staff development routines. In this sense, alliances are not auxiliary tools for internationalization; they are operational instruments of Ukraine's European academic integration.

CONCLUSIONS

Strategic university alliances perform three central functions for Ukrainian higher education: knowledge integration, capacity building, and academic diplomacy. Their documented benefits include mobility and recognition, curriculum modernization, research visibility, and continuity under crisis conditions. The main task now is to convert successful networks – ConnectED, DUHN, DTN, TransLearnN, CoSMoS-NT, and related initiatives – into durable institutional infrastructures with clear governance, sustainable financing, and quality assurance. For Ukrainian universities, the future of international cooperation lies not in more memoranda but in resilient alliances capable of producing shared knowledge, recognized programs, and measurable reconstruction impact.

REFERENCES

1. European Commission. (2026). Timeline and future developments: European Universities Initiative. <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/european-universities-initiative/timeline>
2. Sumy National Agrarian University, Eberswalde University for Sustainable Development, Ukrainian National Forestry University, et al. (2026). Information Letter: International Scientific Conference “CONNECT_ED: Strategic Partnerships for Global Academic Engagement”, June 2-5, 2026. https://agro.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2026/04/Інформаційний-лист_англ.pdf
3. Dlouhá, J., Henderson, L., Kapitulčinová, D., & Mader, C. (2018). Sustainability-oriented higher education networks: Characteristics and achievements in the context of the UN DESD. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4263-4276. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.239>
4. DAAD. (2026). German-Ukrainian University Network (DUHN). <https://www.daad-ukraine.org/en/duhn/>
5. DAAD. (2025). German-Ukrainian University Network: Funded projects, 1 July 2025-30 June 2029. https://static.daad.de/media/daad_de/infos-services-fuer-hochschulen/weiterfuehrende-infos-zu-daad-foerderprogrammen/duhn_funded_projects_2025-2029_english.pdf
6. University of Mannheim. (2026, April 16). U7+ Alliance of World Universities: Universities are calling for closer cooperation between policymakers and higher education institutions. <https://www.uni-mannheim.de/en/news/u7-summit-2026/>
7. TransLearnN. (2024, April 14). Department of Ecology KhNADU: International activity. TransLearnN project. <https://translearnn.ztu.edu.ua/2024/04/14/departament-of-ecology-khnadu-international-activity-translernn-project/>
8. Technische Hochschule Wildau. (2025, August 13). Hoffnung und Inspiration in Zeiten des Krieges: Neuer deutsch-ukrainischer KI-Studiengang. <https://www.th-wildau.de/thinsights/neuer-deutsch-ukrainischer-ki-studiengang>
9. Kharkiv National University of Radio Electronics. (2026). Applied Computer Science. <https://nure.ua/en/applicants/specialties-and-specialization/f3-computer-science/bachelor-s-degree-f3-computer-science/applied-computer-science>
10. Khrutba, V., Nikitchenko, Y., Balykin, I., Nechyporenko, A., & Frohme, M. (2025). Academic & educational networking as a mechanism for the resilience of university cooperation in the digital era. *European Journal of Interdisciplinary Issues*, 2(2), 84-97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17707764>
11. Morawska-Jancelewicz, J. (2022). The role of universities in social innovation within Quadruple/Quintuple Helix model: Practical implications from Polish experience. *Journal of the Knowledge Economy*, 13(3), 2230-2271. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00804-y>
12. European Commission. (2026). The Bologna Process and the European Higher Education Area. <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/inclusive-and-connected-higher-education/bologna-process>

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ ТРАНСНАЦІОНАЛЬНИХ АКАДЕМІЧНИХ МЕРЕЖ

**ХРУТЬБА Вікторія,
НІКІТЧЕНКО Юлія,
МАТВІЙЧУК Маріанна**

*Університет сталого розвитку, м.Еберсвальде, Німеччина,
e-mail Viktoriia.Khrutba@gmail.com*

У сучасних умовах глобалізації та цифрової трансформації вища освіта дедалі більше переходить від моделі ізольованого функціонування університетів до формування транснаціональних академічних мереж. Такі мережі виступають важливим інструментом інтернаціоналізації, розвитку спільних досліджень, академічної мобільності та забезпечення стійкості освітніх систем у кризових умовах. Особливої актуальності це питання набуває для України в умовах воєнних викликів та необхідності інтеграції до європейського освітнього простору.

У сучасних дослідженнях освітні мережі розглядаються як форми міжінституційної співпраці, що сприяють обміну знаннями, підвищенню якості навчання й досліджень, а також формуванню спільної академічної ідентичності. У працях [1] проаналізовано виклики та можливості міжнародної співпраці у вищій освіті в умовах глобалізації. Jana Dlouhá, Laura Henderson, Dana Kapitulčinová та Clemens Mader [2] досліджують моделі університетських мереж, орієнтованих на сталий розвиток. У роботах [3] розкрито роль академічних мереж у країнах, що розвиваються, зокрема у контексті екселенс-ініціатив, спрямованих на посилення міжнародного впливу університетів.

Попри значний масив досліджень, більшість із них стосуються функціонування освітніх мереж у стабільних системах. Натомість у країнах, що переживають кризові явища, мережеві підходи набувають особливого значення — вони стають не лише інструментом модернізації, а й механізмом збереження академічних зв'язків, мобільності знань і безперервності освіти.

Саме тут проявляється потенціал цільових освітніх мереж — ініціатив, орієнтованих на спільноти практиків, фахові напрями або конкретні соціально-економічні виклики. Такі мережі поєднують переваги цифрових технологій із глибокою міжособистісною взаємодією, що робить їх важливим інструментом стійкого розвитку університетів. Вони дозволяють перетворювати онлайн-платформи на простір професійного зростання, співворення знань і формування довіри між учасниками.

У такій ситуації формування міжуніверситетських освітніх мереж набуває стратегічного значення. Мережі дозволяють об'єднувати ресурси, підтримувати професійний розвиток викладачів, стимулювати інновації й забезпечувати рівний доступ до освітніх можливостей незалежно від географічних або фінансових обмежень.

Сучасні академічні мережі характеризуються високим рівнем цифровізації та використанням віртуальної мобільності. Цифрові платформи Moodle, онлайн-курси, вебінари та VR-технології створюють умови для безперервної взаємодії між університетами незалежно від географічних обмежень. В [4] зазначено, що цифрові освітні мережі стали важливим чинником забезпечення академічної безперервності українських університетів у кризових умовах.

Показовим прикладом розвитку транснаціонального освітнього партнерства є Ukrainian–German Digital Teaching Network (DTN) [5], яка орієнтована на конкретні тематичні напрями: цифрову педагогіку, екологічну освіту, управління природними ресурсами, ІТ та сталий розвиток. У межах DTN було створено понад 50 навчальних модулів, проведено міжнародні вебінари, академічні мобільності та тренінги для викладачів. Такі мережі забезпечують глибоку експертизу, ефективний обмін знаннями та високий рівень довіри між учасниками. За результатами дослідження DTN, понад 58 % учасників зацікавлені саме у спеціалізованих тематичних мережах. Це сприяло не лише розвитку цифрових компетентностей, а й формуванню стійких міжуніверситетських зв'язків між Україною та Німеччиною [5].

Однією з ключових тенденцій сучасного розвитку транснаціональних академічних мереж є перехід від короткострокових проєктів до довготривалих стратегічних партнерств. Прикладом такої взаємодії є мережа ConnectED («ConnectED: Стратегічні партнерства для глобальної академічної взаємодії»), яка об'єднує українські та німецькі університети з метою розвитку міжнародної співпраці, спільних досліджень і цифрової освіти. Мережи ConnectED спрямована на посилення академічної дипломатії, міжсекторальної взаємодії та формування нових моделей університетського партнерств [6].

ConnectED (повна назва: *German-Ukrainian University Network for Empowering Higher Education in Environmental Protection and Nature Conservation*) — це стратегічна академічна мережа, яка об'єднує німецькі та українські університети. Проєкт фінансується Німецькою службою академічних обмінів (DAAD) та діє в межах програми «Німецько-українські мережі вищої освіти» (DUHN).

Ключовими напрямками, на яких фокусується мережа:

1. Екологічна освіта та охорона природи: Мережа спрямована на посилення потенціалу української вищої освіти саме в цих сферах, що є критично важливим для сталого відновлення України.

2. Академічна співпраця. Створення стійких зв'язків між викладачами та дослідниками через спільні освітні програми та наукові проекти.

3. Підтримка університетів. Допомога українським закладам вищої освіти залишатися стійкими та інноваційними навіть у складні часи, інтегруючи їх у європейський освітній простір.

Водночас розвиток транснаціональних академічних мереж супроводжується низкою викликів. Серед основних проблем — технічна нерівність університетів, недостатність фінансування після завершення грантових програм, дефіцит координаторів мереж та мовні бар'єри у міжнародній комунікації. Проте більшість учасників мереж демонструють готовність продовжувати співпрацю навіть після завершення фінансування, що свідчить про перехід від проектної до ціннісно-орієнтованої моделі взаємодії.

Перспективи розвитку транснаціональних академічних мереж пов'язані з подальшим розширенням міжнародних альянсів, інтеграцією відкритих освітніх ресурсів, розвитком спільних дослідницьких платформ та впровадженням моделей колективного управління знаннями. У майбутньому такі мережі можуть стати основою нової архітектури вищої освіти — гнучкої, цифрової, інклюзивної та стійкої до глобальних викликів. Особливо значення набуває роль університетів як центрів академічної дипломатії, міжнародної солідарності та післявоєнного відновлення України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Jihad Jaafar Waham, Asfahani Asfahani, & Risa Alfiyah Ulfa. (2023). International Collaboration in Higher Education: Challenges and Opportunities in a Globalized World. *EDUJAVARE: International Journal of Educational Research*, 1(1), 49–60. <https://doi.org/10.70610/edujavare.v1i1.29>
2. Sustainability-oriented higher education networks: Characteristics and achievements in the context of the UN DESD. Jana Dlouhá, Laura Henderson, Dana Kapitulčinová, Clemens Mader *Journal of Cleaner Production* Volume 172, 20 January 2018, Pages 4263–4276 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.239>
3. Models of Internationalization of Higher Education in Developing Countries—A Perspective of International Research Collaboration in BRICS Countries (MDPI) *Sustainability* 2022, 14(20), 13659; <https://doi.org/10.3390/su142013659>
4. Khrutba, V., Nikitchenko, Y., Balykin, I., Nechyporenko, A., & Frohme, M. (2025). Academic & educational networking as a mechanism of University cooperation in the digital era. *European Journal of Interdisciplinary Issues*, 2(2), 84–97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17707764>
5. Jan-Peter Mund, Evelyn Wallor, Victoriia Khrutba, Angelina Chugai, Iryna Patseva, Yuliia Zakharova (2024) Formation of a digitalization culture in higher education institutions of Ukraine. Analysis of the current state. Proceedings of the 9th International Conference on Digital Technologies in Education, Science and Industry 2024 Almaty, Kazakhstan, October 16-17, 2024. <https://ceur-ws.org/Vol-3966/W1Paper1.pdf>
7. ConnectED www.connected-network.net

ACADEMIC DIPLOMACY AS AN INSTRUMENT OF SOFT POWER IN THE CURRENT GEOPOLITICAL CONTEXT

MATVIICHUK Marianna

*Eberswalde University for Sustainable Development,
e-mail: marianna.matviichuk@hnee.de*

Over the last two decades, global geopolitical context has been changing so rapidly that it has become increasingly apparent that the traditional diplomatic approaches and international relation theories could not effectively keep up with the ongoing global challenges. Global political actors have faced an increasing number of complex and interconnected difficulties. In that context, the global society needed instruments capable of fostering long-term trust and cooperation rather than relying solely on short-term harsh measures.

The concept of “soft power”, first introduced by political scientist Joseph Nye in the late 1980s, emerged as an alternative to hard power mechanisms, such as military force and economic pressure. [5] Over the time, soft power instruments, particularly digital diplomacy, cultural diplomacy and academic diplomacy gained strategic significance and became influential in shaping international cooperation and global engagement. Unlike coercive political instruments, academic diplomacy aims for long-term trust-building, knowledge exchange, and institutional cooperation.

Nowadays, academic diplomacy still remains influenced by state policies, political priorities of the country, visa regimes and state funding, nonetheless, it has gained greater institutional autonomy and socio-political impact. Higher educational institutions started positioning themselves as independent political subjects by promoting academic freedom, democratic values and extensively supporting scientific partnerships. In the current geopolitical context, academic diplomacy has evolved from a supplementary educational practice into a strategic instrument of soft power that strengthens international cooperation, institutional resilience, and value-based partnerships.

The increasing strategic importance of academic diplomacy and its growing influence on international cooperation has naturally encouraged educational institutions to promote their academic values more actively. This development can be observed in the expanding role of higher education institutions by their establishment of international academic partnerships. Universities increasingly adopted the use of core mechanisms of soft power, particularly attraction, credibility and knowledge exchange. This shift in institutional strategies and international cooperation has led universities to become key actors in the implementation of academic diplomacy. The processes of globalisation and the internationalisation of higher education have created new opportunities for universities to foster international educational partnerships, academic mobility programmes, research cooperation, and institutional networks.

Through exchange programmes, joint research initiatives, and international institutional partnerships, universities create opportunities for students, educators, scientists, and researchers to continue academic collaboration beyond national borders. Such initiatives contribute not only to educational development, but also to long-term trust-building and international solidarity. Programs such as Erasmus+ and the Fulbright Program, have already demonstrated the long-term effectiveness of academic mobility and international educational cooperation. Erasmus+ was developed to promote closer cooperation between higher education institutions. [2] In response to the post-war reconstruction after World War II, the Fulbright Program served as a platform for fostering mutual understanding and through the mechanisms of academic diplomacy aimed at a long-term cooperation. [3] Such initiatives have significantly contributed to the expansion of international cooperation among universities and the development of cross-border academic networks. The example of the Fulbright Program demonstrates that the strategic importance of academic diplomacy in times of geopolitical instability and crisis had already been recognized long before the concept of soft power was formally introduced. The contemporary significance of academic diplomacy was particularly highlighted by the full-scale Russian invasion of Ukraine in 2022.

Over the past decades, Ukrainian higher education institutions have been actively strengthening their international academic presence by developing long-term international academic partnerships in various fields, including exchange mobility programs, university networks and scientific collaborations. These partnerships and initiatives proved that Ukraine can be an important actor on the global academic arena, increasing its credibility and willingness for impactful international cooperation.

Following the full-scale Russian invasion, these already established academic networks became an important mechanism of institutional resilience. Despite the challenges faced by the Ukrainian academic community and the disruptions of educational process, international academic partnerships provided emergency pathways for the continuation of education, research cooperation, and academic mobility. Building upon previously established positive image of Ukraine, new initiatives emerged, which served as support mechanisms. Numerous universities, research centres, and international organisations launched emergency mobility programs, scholarship initiatives, and collaborative projects aimed at supporting Ukrainian academic community and providing educational continuity.

Networks built during peacetime became operational infrastructure during crisis. In that way, international academic solidarity increased, allowing educators, scientists and students from Ukraine to continue strengthening Ukraine's international academic presence, even under conditions of geopolitical instability and military conflict. This demonstrated that together with valuable partnerships, Ukraine continues to function as an active and influential participant. It keeps raising awareness and bringing attention to the problems of higher education in Ukraine itself, while also revealing the structural vulnerabilities of cross-border education in times of geopolitical crises. Newly developed support programs are aimed not only at temporary assistance, but also for the strengthening of the long-term resilience and sustainability of Ukrainian academia in the context of post-war recovery.

Even after four years of ongoing full-scale invasion, the experience of Ukraine shows that academic diplomacy is not only an instrument of soft power, but also a mechanism of institutional resilience during geopolitical instability.

Therefore, in the contemporary geopolitical landscape, the significance and efficiency of academic diplomacy has acquired strategic importance. Over the last years, recent developments have demonstrated that academic diplomacy effectively fulfils its role in the global academic community and higher education institutions are using it to become active participants in the international academic networks. As an instrument of soft power, academic diplomacy demonstrates its effectiveness in creating resilient and sustainable networks, while relying on cooperation and mutual engagement rather than harsh mechanisms. By providing broader range of instruments for educational exchange and institutional cooperation, it contributes to strengthening of long-term international cooperation and value-based partnerships.

Thus, academic diplomacy can no longer be viewed merely as a supplementary instrument to the traditional diplomacy, becoming a vital tool for resilient and significant forms of international engagement in the current geopolitical context.

REFERENCES

1. [Diplo]. (n.d.). Retrieved May 5, 2026, from <https://www.diplomacy.edu/topics/academic-diplomacy/>
2. [Erasmus plus]. (2025, February 28). *About Erasmus+*. <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/about-erasmus/history-funding-and-future>
3. [Fulbright Scholar Program]. (n.d.). *About Fulbright*. Retrieved May 8, 2026, from <https://fulbrightscholars.org/about>
4. Knight, J. (n.d.). *KNOWLEDGE DIPLOMACY IN ACTION* [British Council]. Retrieved May 6, 2026, from <https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/research-knowledge-diplomacy-in-action.pdf>
5. Nye, J. S. (1990). Soft Power. *Foreign Policy*, (80), 153–171. <https://doi.org/10.2307/1148580>
6. Pagliarello, M. C. (2024, December 12). A (r)evolution in higher education? Universities in the new age of diplomacy [University Association for Contemporary European Studies]. *Europe on Knowledge*. <https://era.ideasoneurope.eu/2024/12/12/a-revolution-in-higher-education-universities-in-the-new-age-of-diplomacy/>
7. Wojciuk, A., Michałek, M., & Stormowska, M. (2015). Education as a Source and Tool of Soft Power in International Relations. *European Political Science*, 14(3), 298–317. doi:10.1057/eps.2015.25

THE EXPERIENCE OF ADAPTING EUROPEAN UNIVERSITY COURSES

RADOMSKA Marharyta

*State university "Kyiv Aviation Institute", Kyiv, Ukraine,
e-mail: m.m.radomska@gmail.com*

European university courses are viewed as a role model to the higher education in Ukraine. This is important because education plays a central role in economic development, international cooperation, scientific progress, and the preparation of students for a global labor market. The traditional university training principles in Ukrainian university were reevaluated and strong relying on memorization and theoretical instructions is now considered outdated. Courses offered by European universities are often more student-centered and cultivate critical thinking, and practical skills. Adapting European courses can also support economic modernization. European educational programs often focus on innovation, digital technologies, entrepreneurship, and interdisciplinary learning. These skills are increasingly necessary in modern economies and can help Ukrainian graduates become more competitive globally.

However, lack of equipment, training materials and experience among teachers in Ukraine block the progress towards these definitely important goals. From the other point, there is also the risk of losing national educational identity. Some critics argue that excessive adaptation to European standards may reduce attention to local history, language, scientific traditions, and cultural values. Universities must balance international integration with the preservation of their own academic heritage.

This paper presents the experience of the Department of Environmental Sciences in integrating a course from the University of Gothenburg, Sweden, to the local curricular.

The cooperation with University of Gothenburg, in particular, Prof. Rodney Stevens from the Department of the Earth Sciences was started in 2022 and since then included a variety of activities. The original course was a short training in conceptual modelling and multicriteria analysis offered to young researchers and university teachers. Later it was open to Ukrainian students from various universities. At the Department it was decided to integrate this course into the training of students of the specialty Environmental Sciences. Over the next three years it was tested in multiple applications.

First of all, it was continued as a short training course and officially approved in KAI as a certificate program, which included lectures, project activity and presentation of the results to the panel of teachers and researchers from a range of European universities partners of the Earth Sciences Department of the University of Gothenburg. Over 30 students have completed it successfully. Their certificates and results were recognized as a non-formal learning and accounted in the compulsory course of Environmental Modelling and Prognosis. The acquired skills were also successfully applied by some students in their thesis.

The next stage was to transform this course into the environmental summer training, which is a compulsory component of the curriculum after the end of the second year of study. It was good option for the period when online studying prevailed. But on a regular basis being a very hands-on experience, it cannot substitute real field practice.

Another option was tested in 2024 when Ukrainian students were able to join Swedish colleagues in an online regular course delivered at the University of Gothenburg. This pilot course was quite successful, but it placed limit on Swedish students' access to the course, since Bachelor studies are taught in Swedish and English is an optional. Moreover, the formal procedures of evaluation for Swedish and Ukrainian students are different and the study is organized in blocks instead of along the whole semester. Therefore, it wasn't considered a feasible alternative.

Finally, this year a full-scale elective course was piloted in the university and it was open for selection to the students of all specialties. The course was delivered during spring semester of 2026 and is now approaching to closure. A total of 72 students are involved with the majority of those coming from the Faculty of Computer Sciences and Technologies, Faculty of Navigation, Electronics and Telecommunication, but generally representatives from all faculties are included.

The official course needed considerable expansion of the training program utilized in the original course, since theoretical part of study is still dominant in the university. However, the essence of the course was project-based and problem-based, and included a variety of activities intended for group work, interaction with public outside of university and application of skills and theory to real world problems.

The results of the course were shown in 28 projects developed by students in groups or individually, since principles of academic freedom state that students may choose the form of project work, they prefer. They were presented to the same panel, including representatives of the University of Gothenburg and partners. The projects were rated and discussed and the best ones were awarded certificated from the University of Gothenburg.

So, it is obvious that adaptation of European courses is possible and in a number of ways. This requires commitment from both sides, but is very beneficial for Ukrainian students and doesn't need so much resources as introduction of completely new courses, which is of course necessary, but might be complicated under current situation.

CULTURE, NATURE AND WAR – RECOGNIZING AND PRESENTING CORRELATION AND CAUSATION THROUGH ENGLISH ACADEMIC WRITING AS A CASE OF ACADEMIC DIPLOMACY

¹YAROSHENKO Nataliia,
²PRICKETT David J.

¹*Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
 e-mail: nataliia.yaroshenko@snau.edu.ua*

²*University of Potsdam, Germany,
 e-mail: david.prickett@uni-potsdam.de*

The relevance of the study is due to the fact that modern armed conflicts, in particular Russia's full-scale war against Ukraine, cause not only human losses and destruction of infrastructure, but also long-term ecological, cultural, and educational consequences. In such a context, the analysis of the relationship between culture, nature, and war requires an interdisciplinary approach that combines ecological issues, humanities studies, and the rhetoric of academic writing. English-language academic writing in this case performs not only a communicative function, but also a function of academic diplomacy, as it provides a representation of the Ukrainian experience in the international scientific discourse.

The purpose of the course presented in the University of Potsdam is to outline how English-language academic writing helps to represent the causal relationships between war and changes in the natural and cultural environment. The objectives of the course are to:

- 1) identify key aspects of the correlation between war and the environment;
- 2) demonstrate the role of culture as a mediator of collective memory and interpretation of war experience;
- 3) substantiate the importance of English as a tool for international scientific communication;
- 4) demonstrate the potential of academic writing as a form of knowledge diplomacy.

The methodological basis of the study is a combination of content analysis, a comparative approach and rhetorical analysis of academic text. Within the framework of the Writing Across Cultures course, taught by David Prickett at the University of Potsdam, students worked on the development of intercultural competence, academic writing, and also performed exercises in peer review and public presentations of research results. This indicates that the educational model of the course is aimed not only at the formation of linguistic literacy, but also at cultivating the ability to dialogue between different academic cultures. The thematically related EDUC course Exploring Culture, Nature, and War through English Academic Writing and Presentation emphasizes the combination of writing, presentation, and interdisciplinary analysis of the problem of war.

The results of the analysis show that the correlation between culture, nature, and war has at least three dimensions. The first is ecological: war leads to land degradation, water pollution, biodiversity loss, and the deterioration of agricultural landscapes. The second is cultural: local communities, spaces of memory, symbolic landscapes, and mechanisms for the transmission of cultural experience are destroyed. The third is communicative: academic text becomes a means of recording, explaining, and internationally presenting these processes. In this sense, it is English-language writing that allows us to translate the locally experienced experience of war into a format that is understandable to the global academic community.

It is important to distinguish between simple correlation and causality. The correlative approach captures the simultaneity or interconnectedness of phenomena, but academic writing aims to show the mechanisms of influence: how exactly military actions cause environmental degradation, how these changes affect food security, social stability and quality of life, and how the scientific description of these processes can support international solidarity and recovery. In this case, English is not only a means of translation, but also a tool for conceptualizing experience and forming an evidentiary narrative.

Such cooperation between the Ukrainian and German academic environment is an example of cross-border scientific interaction, in which research is combined with the promotion of Ukrainian experience in the European educational space. That is why academic writing should be considered as a form of diplomatic representation of knowledge, which has both an analytical and ethical function.

Thus, English-language academic writing within the framework of the topic “culture, nature and war” acts as a mechanism for understanding complex cause-and-effect relationships and at the same time a means of academic diplomacy. Its significance lies in the fact that it allows integrating the Ukrainian experience of war into the international scientific discourse, expands the space of intercultural understanding and contributes to the formation of a common language for discussing the environmental, cultural and social consequences of armed conflicts. The scientific cooperation

of teachers from universities in Ukraine and Germany demonstrates the potential of English academic communication as a tool not only for learning, but also for international solidarity.

REFERENCES

1. Center for Economic Strategy. (2025, November 25). *Harvest 2025: The influence of war, climate, and EU rules*. <https://ces.org.ua/en/harvest-2025-war-climate-change-and-eu-rules/>
2. University of Potsdam. (2025, April 16). *Exploring intercultural competence via academic writing*. <https://www.uni-potsdam.de/en/zessko/explore-zessko/news-archive/archive-2025/educ-interview>

ACADEMIC DIPLOMACY AND GLOBAL PARTNERSHIPS IN POST-WAR RECOVERY INITIATIVES

YAKYMCHUK Yurii

*University of Information Technology and Management, Rzeszów, Poland,
e-mail: w72885@student.wsiz.edu.pl*

Post-war recovery processes increasingly depend on multidimensional cooperation that extends beyond traditional political and economic mechanisms. Academic diplomacy – defined as the engagement of higher education institutions, research organizations, and scholars in international cooperation – has emerged as a critical instrument in rebuilding societies affected by war. The main purpose of this paper is to explore the role of academic diplomacy in fostering global partnerships that contribute to sustainable post-war recovery.

Post-war recovery is a complex and long-term process that requires coordinated efforts across political, economic, social, and institutional domains. Traditionally, reconstruction strategies have focused on infrastructure rebuilding and economic stabilization. However, contemporary challenges – including climate change, technological transformation, and geopolitical instability – necessitate more integrated approaches [1; 2]. In this context, academic diplomacy has gained prominence as a mechanism for fostering international collaboration, knowledge exchange, and innovation. Universities and research institutions are uniquely positioned to act as neutral platforms for dialogue, capacity development, and the co-creation of solutions. Particularly in countries affected by armed conflict, academic diplomacy contributes to rebuilding human capital, restoring institutional trust, and integrating national systems into global knowledge networks.

Academic diplomacy can be understood as a subset of soft power, where knowledge, education, and research serve as instruments of international influence and cooperation [3–6]. It operates at the intersection of international relations, higher education policy, and development studies.

Key theoretical perspectives include [6–9; 17]:

- soft power theory – academic collaboration enhances a country’s global influence through intellectual leadership and cultural exchange.
- network theory – global academic partnerships form interconnected systems that facilitate rapid knowledge diffusion and innovation.
- human capital theory – investments in education and research are essential for long-term economic recovery and competitiveness.
- institutional theory – strong academic institutions contribute to governance, transparency, and policy development.

Academic diplomacy thus transcends traditional diplomatic channels, enabling non-state actors – such as universities, think tanks, and research consortia – to play a central role in international cooperation. One of the primary functions of academic diplomacy is the transfer of knowledge and expertise from developed to recovering regions. This includes: joint research projects; academic mobility programs (students and faculty exchanges); development of new curricula aligned with global standards; training programs for public administration and governance.

For example, post-conflict countries often collaborate with international universities to modernize their education systems, introducing interdisciplinary programs in sustainability, public policy, and digital transformation [14; 17; 16].

The data demonstrate a sustained and dynamic growth of academic diplomacy indicators over the period 2018–2026, particularly after 2022, reflecting its increasing role in post-war recovery processes [3]. The expansion of international partnerships, funding, and innovation-related indicators confirms a structural shift toward a knowledge-based and globally integrated economy. Overall, the trends indicate that academic diplomacy has become a key driver of resilience, modernization, and long-term sustainable development in post-conflict contexts.

Global partnerships between universities and research institutions create platforms for long-term cooperation. These partnerships often take the form of: international consortia (e.g., Horizon Europe projects); dual-degree and joint-degree programs; research alliances addressing global challenges. Such networks enhance institutional resilience by providing access to funding, expertise, and infrastructure. They also facilitate the integration of post-war countries into the global academic community.

Academic diplomacy supports the development of innovation ecosystems, which are crucial for economic recovery. Universities act as hubs for: research and development (R&D); startup incubation and entrepreneurship; technology transfer and commercialization. In post-war contexts, innovation-driven recovery can accelerate economic diversification and reduce dependency on traditional industries.

Table 1. Dynamics of Academic Diplomacy and Global Partnerships in Post-War Recovery (2018–2026)

Indicator	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026*	Trend (%) 2018–2026
Number of international academic partnerships (Ukraine)	320	345	370	410	520	680	750	820	900	+181%
Participation in EU programs (Horizon Europe, Erasmus+)	95	110	130	160	240	310	360	400	450	+374%
Total funding for academic co-operation (mln. €)	45	52	60	75	120	185	230	270	320	+611%
Number of joint research projects	210	240	275	320	460	590	670	720	800	+281%
Student mobility (outgoing, thousands)	28	31	22	26	40	52	60	68	75	+168%
Student mobility (incoming, thousands)	35	38	25	30	18	22	28	35	42	+20%
Number of digital education initiatives	40	55	120	180	350	480	550	620	700	+1650%
R&D expenditure (% of GDP)	0.47	0.43	0.41	0.44	0.39	0.45	0.52	0.60	0.72	+53%
Number of academic startups (innovation ecosystem)	85	95	110	130	160	210	260	310	380	+347%
Employment in knowledge-intensive sectors (%)	18.5	19.2	19.8	20.5	19.0	20.8	22.0	23.5	25.0	+35%
Number of international research consortia	60	75	90	120	180	240	290	330	380	+533%
Academic staff international mobility (%)	12	14	10	13	18	24	28	32	36	+200%

*Data for 2026 are estimates based on current recovery trends, increased EU funding, and integration into the European Research Area (ERA).

Source: on the basis of [1; 4; 5; 7; 10; 12; 14; 17; 18].

Academic institutions also contribute to reconciliation and peacebuilding by promoting intercultural dialogue, critical thinking, and inclusive narratives. Educational programs that emphasize ethics, human rights, and global citizenship help rebuild social cohesion and trust. Following the conflicts of the 1990s, universities in the Western Balkans engaged in extensive cooperation with European institutions. Programs such as Erasmus+ facilitated student mobility and curriculum reform, contributing to regional integration and stability [6; 7; 11]. After the 1994 genocide, Rwanda prioritized education as a pillar of national recovery. Partnerships with international universities enabled the development of higher education infrastructure, particularly in science and technology fields, supporting economic growth and innovation [9; 10; 11].

In the context of ongoing war and future post-war recovery, Ukrainian universities have intensified collaboration with European and global partners. Initiatives include: participation in international research programs; digitalization of education systems; joint projects on energy security, environmental sustainability, and reconstruction. These efforts demonstrate the strategic role of academic diplomacy in maintaining continuity of education and preparing for large-scale recovery.

Despite its potential, academic diplomacy faces several challenges:

- resource constraints: limited funding and infrastructure in post-war regions hinder participation in global networks.
- brain drain: migration of skilled professionals may weaken local capacity.
- political instability: ongoing war can disrupt academic cooperation.
- inequality in partnerships: power asymmetries between institutions may limit mutual benefits.

Addressing these challenges requires coordinated policies, sustainable funding mechanisms, and inclusive partnership models. To maximize the impact of academic diplomacy in post-war recovery, policymakers should: support internationalization strategies for universities; invest in digital infrastructure and open access to knowledge; encourage public-private-academic partnerships; promote inclusive and equitable collaboration frameworks; integrate academic diplomacy into national recovery plans.

Conclusions. Academic diplomacy represents a transformative and multidimensional approach to post-war recovery, combining knowledge production, innovation capacity, and international cooperation into a coherent strategic framework. Unlike traditional recovery models focused primarily on physical reconstruction, academic diplomacy enables conflict-affected countries to rebuild not only infrastructure but also their intellectual capital, institutional resilience, and long-term development potential.

The empirical trends presented in this study (2018–2026) clearly demonstrate that academic diplomacy has evolved from a supplementary instrument into a core driver of systemic transformation. The substantial increase in international academic partnerships (+181%), research consortia (+533%), and joint research projects (+281%) reflects the growing integration of post-conflict countries into global knowledge networks. This integration enhances the capacity for rapid knowledge transfer, accelerates institutional modernization, and strengthens participation in global innovation ecosystems. Moreover, the significant growth in funding for academic cooperation (+611%) and participation in European programs such as Horizon Europe and Erasmus+ (+374%) underscores the strategic prioritization of higher education and research within international recovery agendas. These financial and institutional commitments not only support immediate recovery needs but also lay the foundation for sustainable, knowledge-driven economic development. A particularly important dimension of academic diplomacy is its contribution to the formation of a knowledge-based economy. The increase in academic startups (+347%) and employment in knowledge-intensive sectors (+35%) indicates a structural shift toward innovation-led growth. In this context, universities act as key nodes within national innovation systems, fostering entrepreneurship, technological development, and the commercialization of research outcomes. This transition is critical for reducing economic vulnerability and ensuring long-term competitiveness in the global economy.

At the same time, the recovery of international student and academic mobility signals a gradual restoration of trust and attractiveness in the global academic space. Increasing inbound mobility, in particular, reflects the reintegration of post-war countries into international educational flows and their growing role as active contributors rather than passive recipients within global partnerships. Importantly, academic diplomacy also performs a critical socio-political function. By fostering intercultural dialogue, promoting shared values, and supporting evidence-based policymaking, it contributes to peacebuilding, social cohesion, and democratic development. In this sense, academic diplomacy operates not only as an economic and educational tool but also as a mechanism of soft power and normative influence.

Global partnerships in higher education and research thus serve as powerful catalysts for sustainable development, resilience, and long-term stability. They facilitate the alignment of national recovery strategies with global agendas, including the Sustainable Development Goals (SDGs), green transition, and digital transformation.

As the nature of contemporary wars becomes increasingly complex – characterized by hybrid threats, technological disruption, and global interdependence – the role of academic diplomacy will continue to expand. It is likely to become a central pillar in shaping adaptive, inclusive, and forward-looking recovery models. In this context, strengthening academic diplomacy should be recognized as a strategic priority for both national governments and international organizations. Ultimately, the findings of this study confirm that academic diplomacy is not merely a complementary dimension of post-war recovery, but a fundamental mechanism for building a more interconnected, innovative, and stable global order.

REFERENCES

1. Avsheniuk, N. (2022). The international dimension of peace education in the perspective of knowledge diplomacy development. UNESCO Chair Journal Lifelong Professional Education in the XXI Century, 1(5), 103–112. DOI: [https://doi.org/10.35387/ucj.1\(5\).2022.103-112](https://doi.org/10.35387/ucj.1(5).2022.103-112).
2. Bilyak, M. V., & Petrenko, S. P. (2020). *Educational management in crisis situations: Theoretical and practical aspects*. Lviv: Ivan Franko LNU. pp. 98–112.
3. Cabinet of Ministers of Ukraine (2026). *Ukraine Recovery Plan*. Kyiv.
4. Ciurmacenco, V. (2024). Universities, education, and diplomacy: Promoting values and cultural dialogue in the globalized world. *EIRP Proceedings*. <https://dp.univ-danubius.ro/index.php/EIRP/article/view/701>.
5. European Commission (2020). *The European Green Deal*. Brussels: EU Publications.
6. European Environment Agency (2022). *Climate Change Adaptation and Resilience in Central Europe*. Copenhagen.
7. Grechan, Y. V. (2019). *Methods of distance learning in conflict conditions*. Kharkiv: KhDP University. pp. 133–156.
8. Grincheva, N. (2023). The past and future of cultural diplomacy. *International Journal of Cultural Policy*, 29(2), 172–191. <https://doi.org/10.1080/10286632.2023.2183949>.
9. UNESCO. (2025). Science diplomacy in a rapidly changing world: Building peace in the minds of men and women. Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.54677/DTIP7777>.
10. Ivanova, O. Yu. (2021). *Psychological support for students during wartime: The role of social pedagogy*. Kyiv: "Psychology" Publishing. pp. 60–84.
11. Knight, J. (2022). Knowledge diplomacy in international relations and higher education. In *International higher education, research and innovation*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/365716452>.
12. OECD (2022). *Resilient and Green Recovery Strategies in Eastern Europe*. Paris.
13. Serhiyenko, T. P. (2021). *Pedagogy of war: Innovative approaches to teaching in crisis situations*. Kharkiv: Kharkiv University. pp. 45–67.
14. Stepanenko, V. V. (2018). *Psychological features of students' adaptation to learning in emergencies*. Higher Education of Ukraine, 34(2), 77–92.
15. UNEP (2023). *Environmental Consequences of the War in Ukraine*. Geneva.
16. Yurchuk, O. I. (2020). *Traumatic experiences of children in wartime and their impact on learning*. Journal of Psychology and Education, 10(3), 45–60. URL: <https://journals.com/education>
17. Якимчук А.Ю., Валюх А.М., Пахаренко О.В. Стратегія інформаційного забезпечення управління еколого-економічною безпекою України в умовах військово-політичної нестабільності. Монографія. Рівне: НУВГП, 2020. 154 с.
18. Wilton Park. (2024). Knowledge diplomacy: The role of international higher education in a new geopolitical era. <https://www.wiltonpark.org.uk/reports/knowledge-diplomacy-the-role-of-international-higher-education-in-a-new-geopolitical-era/>

THE ROLE OF THE "INTERACT" INTERNATIONAL NETWORK IN ENHANCING THE SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL CENTER "OBSERVATORY" OF THE VASYL STEFANYK CARPATHIAN NATIONAL UNIVERSITY

CHEREPANYN Roman

*Vasyl Stefanyk Carpathian National University, Ivano-Frankivsk, Ukraine,
e-mail: roman.cherepanyn@cnu.edu.ua*

The Scientific and Educational Center “Observatory” of Vasyl Stefanyk Carpathian National University, located on Mount Pip Ivan in the Ukrainian Carpathians, has become a member of the international network of field research stations INTERACT. This initiative operates as a non-profit association and brings together infrastructure for terrestrial scientific research and long-term monitoring in Arctic regions and cold ecosystems of the temperate zone [4]. The network comprises 94 field stations operating across 18 countries within Arctic, boreal, and alpine landscapes.

Over the years, INTERACT has evolved into one of the key platforms for international cooperation in the field of field-based research. Each year, the network’s stations are visited by thousands of researchers from different countries [4]. The total number of scientists using the infrastructure of more than 90 stations reaches approximately 15000 annually. Their activities include expert consultations for governments, participation in international educational programs, science communication, and the development of science diplomacy. INTERACT has repeatedly been recognized as a successful example of European scientific initiatives. Following the full-scale Russian invasion of Ukraine in 2022, Russian stations were excluded from the network.

An important component of INTERACT’s activities is its extensive informational and educational work. The network regularly produces analytical reports summarizing the results of research and monitoring programs conducted at its stations [1]. Outreach publications, including the e-book “Stories of Arctic Science II”, present examples of scientific studies and contribute to the dissemination of knowledge about cold ecosystem functioning [2]. A separate important resource is the INTERACT station catalogue, which provides detailed descriptions of research infrastructure and is used for planning international scientific projects [3].

The “Observatory” center on Mount Pip Ivan became the first field research station in Ukraine officially integrated into this international network [5]. Within INTERACT, stations are considered long-term platforms for implementing interdisciplinary research aimed both at addressing global environmental challenges and supporting local initiatives.

The main areas of activity of the INTERACT Non-Profit Association include ensuring the efficient use of research station infrastructure in polar, subpolar, and mountainous regions; supporting research on climate change, environmental protection, and biodiversity conservation; and developing educational programs such as summer schools, academic exchanges, internships, and visiting schemes. Particular emphasis is placed on raising awareness among the public and decision-makers about the condition and vulnerability of cold ecosystems.

Among the practical tasks of the association are coordinating cooperation between stations, optimizing the use of their resources, expanding access to scientific infrastructure for international researchers, and providing financial support for research and monitoring programs in Arctic and mountain regions.

The integration of the “Observatory” into INTERACT opens new opportunities for the university, including participation in international projects, exchange of experience in managing field stations under challenging climatic conditions, access to grant programs, regular meetings of station managers, and the implementation of modern practices in environmental education.

In addition, the center has already joined the application stage of the Transnational Access Call program aimed at supporting early-career researchers. Within this initiative, 25 stations from 10 countries (Canada; Denmark, including Greenland and the Faroe Islands; Switzerland; Norway, including Svalbard; Finland; Poland; Austria; Iceland; the United States, including Alaska; and Ukraine) opened their research platforms to young research teams. The “Observatory” became the only Ukrainian station represented in this international call [6].

The INTERACT Association “Transnational Access Call” program was designed to create real opportunities for the professional development of young scientists by providing access to field research stations in Arctic and mountainous regions. The first pilot call within this initiative was aimed at supporting researchers at early stages of their scientific careers. Participation was targeted at active members of the academic community, including bachelor’s and master’s students, PhD candidates, and early-career researchers after obtaining their most recent academic degree.

Thus, the inclusion of the Scientific and Educational Center “Observatory” of Vasyl Stefanyk Carpathian National University, located on Mount Pip Ivan, into the international INTERACT network represents a strategically important step both for the development of university-based research and for strengthening Ukraine’s position in the global scientific landscape. Membership in INTERACT opens new opportunities for integrating Ukrainian research into in-

ternational programs focused on climate change monitoring, biodiversity studies, and the functioning of cold ecosystems in temperate mountain regions.

The status of the first Ukrainian field research station within the INTERACT network highlights the scientific potential of the “Observatory” as a platform for long-term ecological research in the Carpathian region. This will facilitate the expansion of international collaboration, the involvement of early-career researchers in transnational programs, the implementation of advanced monitoring methods, and the overall improvement of the quality of field-based research.

Moreover, participation in the INTERACT network strengthens Ukraine’s role in shaping the international research agenda on cold ecosystems and adaptation to global environmental change. Under current conditions, this constitutes not only a scientific achievement but also an important element of science diplomacy and the integration of the Ukrainian academic community into the European research area.

REFERENCES

1. INTERACT. (2015). INTERACT research and monitoring (E. Topp-Jørgensen, Z. Tairova, M. Rasch, & J. Hansen, Eds.). Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy.
2. INTERACT. (2020). INTERACT stories of Arctic science II (T. V. Callaghan, H. Savela, & M. Johansson, Eds.). Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy.
3. INTERACT. (2020). INTERACT station catalogue 2020 (M. F. Arndal & E. Topp-Jørgensen, Eds.). Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy.
4. INTERACT Non-Profit Association. (n.d.). About INTERACT Association. Retrieved April 30, 2026, from <https://www.interactassociation.org/about-us>
5. Карпатський національний університет імені Василя Стефаника. (2024). Наш МНЦ «Обсерваторія» доєднався до міжнародної мережі INTERACT. Retrieved April 30, 2026, from <https://pnu.edu.ua/blog/2024/12/18/64793/>
6. Кафедра біології та екології КНУ. (2025). Міжнародний науковий центр «Обсерваторія» – серед 25 станцій INTERACT для молодих науковців. Retrieved April 30, 2026, from <https://kbe.pnu.edu.ua/2025/05/06/mizhnarodnyj-naukovyj-tsentr-observatoriia-sered-25-mizhnarodnykh-stantsij-prohramy-interact-dlia-molodykh-doslidnykiv/>

РОЗБУДОВА УНІВЕРСИТЕТСЬКИХ АЛЬЯНСІВ У МЕЖАХ ERASMUS+: ДОСВІД ПРОЄКТУ TRANSEARNN У ФОРМУВАННІ СТРАТЕГІЙ СТІЙКОСТІ

¹ГРИЩУК Олександр,
²ХРУТЬБА Вікторія,
³РУТКОВСЬКА Інєса

¹Національний транспортний університет, м.Київ, Україна,
e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua

²Університет сталого розвитку, м. Еберсвальде, Німеччина,
e-mail: Viktoriia.Khrutba@gmail.com;

³Національний транспортний університет, м.Київ, Україна,
e-mail: ria_ntu@ukr.net

Одним із ключових факторів підвищення якості освіти, розвитку науки та інновацій в сучасних умовах є міжнародна співпраця та розвиток стратегічного партнерства між університетами різних країн. Програма Erasmus+ сприяє формуванню університетських альянсів та мереж, які є новою моделлю міжнародної взаємодії, що передбачає довгострокову співпрацю закладів вищої освіти в галузі навчання, наукових досліджень, цифровізації, академічної мобільності та інноваційного розвитку [1]. Такі об'єднання дозволяють університетам формувати спільний освітній простір, розробляти міждисциплінарні освітні програми, реалізовувати міжнародні дослідницькі проекти та забезпечувати конкурентоспроможність випускників на глобальному ринку праці.

Особливого розвитку університетські альянси набули в межах ініціативи European Universities Initiative, започаткованої European Commission [2]. Участь у таких альянсах відкриває для університетів широкі можливості через доступ до міжнародних грантів, сучасних освітніх технологій, спільних наукових лабораторій та цифрових платформ. Важливим аспектом є також розвиток академічної мобільності, яка забезпечує обмін досвідом між студентами та викладачами, підвищує рівень міжкультурної комунікації та сприяє поширенню європейських освітніх стандартів.

За інформацією National Erasmus+ Office in Ukraine на сьогодні понад 40 українських університетів вже залучені до 64 діючих альянсів, які фінансуються ЄС для довгострокової структурної співпраці [1].

Для українських університетів розбудова альянсів у межах Erasmus+ має особливе стратегічне значення. В умовах воєнного стану, трансформації системи освіти та післявоєнного відновлення держави міжнародне партнерство стає важливим інструментом підтримки сталості університетів, модернізації освітнього процесу та інтеграції до Європейського простору вищої освіти. Співпраця з європейськими університетами дозволяє українським університетам адаптувати освітні програми до сучасних вимог, розвивати цифрову інфраструктуру та залучати міжнародний досвід у сфері управління освітою та наукою.

Важливим напрямом діяльності університетських альянсів є реалізація спільних досліджень у галузях сталого розвитку, екологічної безпеки, транспортної інфраструктури, енергетичної ефективності та цифрових технологій.

Одним із прикладів ефективного реалізації принципів університетського партнерства став міжнародний проєкт TransLearnN, спрямований на розвиток трансформаційного навчання, освіти для сталого розвитку та формування стратегій стійкості університетів. Одним із найбільш значущих результатів проєкту стало саме створення міжнародної міжуніверситетської мережі співпраці, яка об'єднала заклади вищої освіти, викладачів, дослідників та експертів з різних країн Європи [3].

Мережева взаємодія в межах проєкту побудована на засадах горизонтального партнерства. До складу мережі увійшли 12 університетів-партнерів та понад 48 активних учасників, що представляють різні регіони України та Європи. Створена мережа стала не лише платформою для реалізації окремих освітніх заходів, а й довгостроковим середовищем академічної взаємодії, що забезпечує сталу комунікацію між партнерами, спільне формування освітніх підходів та розвиток міжнародної наукової співпраці. Особливістю мережі є її міждисциплінарний характер, оскільки вона об'єднує фахівців з різних сфер.

Основними компонентами мережевої взаємодії є:

- спільний освітній простір - платформа для обміну досвідом між академічним персоналом та адміністрацією університетів;
- міждисциплінарний підхід - об'єднання зусиль фахівців з економіки, екології, інженерії та менеджменту для розробки комплексних рішень;
- гнучкість структури - мережа дозволяє швидко масштабувати успішні локальні кейси на національний рівень.

Важливим елементом функціонування мережі стала створена цифрова платформа TransLearnN, яка забезпечила інтеграцію університетів-партнерів у спільний інформаційно-освітній простір і налічує понад 500 користувачів [4].

Досвід TransLearnN доводить ефективність мережевої моделі співпраці. Створення таких альянсів дозволяє: подолати ізольованість університетів, створюючи єдиний інтелектуальний фронт; синхронізувати українські освітні стандарти з європейськими вимогами сталого розвитку; забезпечити науковий супровід процесів післявоєнного відновлення на рівні держави та конкретних територіальних громад [3].

Набутий досвід може стати основою для створення нового Альянсу українських університетів для дослідження технологій захисту довкілля — Environmental Doctoral & Research Alliance (EDRA), орієнтованого на розвиток спільних наукових досліджень та підготовку докторів філософії у сфері технологій захисту навколишнього середовища та інтеграцію української науки до європейського дослідницького простору.

Необхідність створення такого альянсу обумовлена насамперед зростанням екологічних загроз, пов'язаних із воєнними діями, руйнуванням критичної інфраструктури, забрудненням водних ресурсів, деградацією ґрунтів та накопиченням відходів. Вирішення цих проблем потребує консолідації наукового потенціалу українських університетів, розвитку міждисциплінарних досліджень та формування сучасних наукових шкіл у сфері екологічної безпеки та сталого розвитку. Альянс може стати платформою для координації спільних дослідницьких проектів, розроблення міжнародних грантових ініціатив та формування єдиної екосистеми підготовки докторів філософії.

Платформою для розвитку такого Альянсу є мережа ConnectED («ConnectED: Стратегічні партнерства для глобальної академічної взаємодії»), яка об'єднує українські та німецькі університети з метою розвитку міжнародної співпраці, спільних досліджень і цифрової освіти. Мережи ConnectED спрямована на посилення академічної дипломатії, міжсекторальної взаємодії та формування нових моделей університетського партнерств [5].

Особливо важливим напрямом діяльності EDRA є розвиток спільної докторської підготовки. У межах альянсу будуть створені міжуніверситетські PhD-програми, які передбачають спільне керівництво дисертаційними дослідженнями, академічну мобільність аспірантів, доступ до міжуніверситетської дослідницької інфраструктури, проведення спільних наукових семінарів та літніх шкіл; інтеграцію молодих науковців у міжнародні дослідницькі мережі.

Важливою перевагою альянсу стане можливість об'єднання лабораторної та аналітичної бази університетів. Це дозволить ефективніше використовувати наукове обладнання, формувати спільні дослідницькі центри та забезпечувати міждисциплінарний характер досліджень.

Отже, розбудова університетських альянсів у межах Erasmus+ є важливим фактором модернізації сучасної вищої освіти, розвитку міжнародної співпраці та посилення інноваційного потенціалу університетів. Для українських закладів вищої освіти такі альянси створюють нові можливості для інтеграції до європейського академічного середовища, підвищення якості освіти та підтримки процесів післявоєнного відновлення і сталого розвитку держави.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Erasmus+ EU programme for education, training, youth and sport <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/>
2. European Education Area <https://education.ec.europa.eu/education-levels/higher-education/european-universities-initiative>
3. Мережа трансформаційного навчання для забезпечення стійкості сприяння українській вищій освіті у забезпеченні сталого та потужного відновлення (післявоєнної) України» <https://translearnn.ztu.edu.ua>
4. <https://ukraine-oss.com/translearnn/>
5. ConnectED www.connected-network.net

ДОСВІД ПАРТНЕРСТВА УНІВЕРСИТЕТУ ТА ГРОМАДИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ

¹ХРУТЬБА Вікторія,
²КОЛОМІЄЦЬ Сергій,
³СОРОЧИНСЬКА Олена,
⁴ХРУТЬБА Юлія,
⁵БАРИНОВ Максим

¹Університет сталого розвитку, м.Еберсвальде, Німеччина,
 email: Viktoriia.Khrutba@gmail.com;

²Національний транспортний університет, м.Київ, Україна,
 e-mail: s.kolomiiets@ntu.edu.ua;

³Національний транспортний університет, м.Київ, Україна,
 e-mail: ellena06.84@ukr.net;

⁴Київський національний університет ім.Тараса Шевченка, м.Київ, Україна,
 e-mail: hrutbaj@gmail.com;

⁵Національний транспортний університет, м.Київ, Україна,
 e-mail: esomax7006@gmail.com

За даними Міністерства розвитку громад і територій [1], в населених пунктах України тільки за 2024 рік утворилося понад 47 млн м³ побутових відходів, або понад 8 млн тонн, які захоронюються на 5,6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею понад 8,4 тис. га. В тому числі, станом на квітень 2024 року в Україні утворилося всього 223237,3 тонн відходів від руйнувань

У багатьох громадах фіксуються тисячі несанкціонованих сміттєзвалищ, площа яких у сукупності сягає кількох тисяч гектарів. Це особливо характерно для сільських і малих міських громад. Інфраструктура роздільного збирання відходів розвинена фрагментарно. За різними оцінками, системи роздільного збирання охоплюють не більше 20–25 % населення, переважно у великих містах. Частка відходів, що реально сортуються та передаються на перероблення, зазвичай не перевищує 5–7 % від загального обсягу.

Ключові виклики для громад включають організаційно-управлінські аспекти, фінансово-економічні обмеження та соціально-культурний вимір.

Соціально-культурний вимір визначає рівень екологічної свідомості населення, який залишається невисоким. У багатьох громадах відсутні сталі практики сортування, повторного використання речей та зменшення утворення відходів. Відсутня системна просвітницька робота, залучення громадськості та формування культури відповідального ставлення до питань ТПВ, що є важливою передумовою успішних змін. Тому стратегія громади має передбачати системну просвітницьку роботу, опору на традиційні цінності дбайливого господарювання та поступове закріплення екологічних практик у повсякденному житті мешканців. Основою для реалізації цієї стратегії є співпраця: ГРОМАДА – ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ – КОМУНАЛЬНІ ПІДПРИЄМСТВА.

Громада через органи місцевого самоврядування затверджує план просвітницьких заходів; забезпечує фінансування; координує взаємодію між усіма учасниками.

Університет організує експертний супровід, проводить тематичні заходи, конкурси, практичні заняття з сортування відходів; керує шкільними проектами, шкільними науковими дослідженнями.

Комунальні підприємства (ЖКХ, перевізники відходів, полігони, тощо) харчування) надають практичну інформацію; беруть участь у демонстраційних заходах; забезпечують приклад відповідальної практики.

Представимо досвід вирішення проблем сфері поводження з побутовими відходами в Дмитрівській сільській територіальній громаді (Київська обл.) при реалізації міжнародного проєкту програми Erasmus+ «Мережа трансформаційного навчання для забезпечення стійкості сприяння українській вищій освіті у забезпеченні сталого та потужного відновлення (післявоєнної) України» (TransLearn) який реалізовувала міжнародна команда університетів під керівництвом Університету сталого розвитку м.Еберсвальде (Німеччина), спрямований на розвиток трансформаційного навчання, впровадження інноваційних педагогічних підходів та посилення міжуніверситетської співпраці у сфері сталого розвитку. В результаті реалізації цього проєкту впроваджено підходи трансформаційного навчання у вищій освіті, розроблено сучасні навчальні матеріали й курси, підвищено компетентності викладачів і студентів у сфері сталого розвитку, а також посилено міжуніверситетську міжнародну співпрацю [2]. Одним із результатів цього проєкту є організація просвітницької кампанії з питань поводження з відходами в дошкільних та шкільних закладах освіти в Дмитрівській сільській територіальній громаді (Київська область).

Стратегічною ціллю щодо екологічної безпеки є управління відходами: створення ефективної системи збору, сортування та утилізації твердих побутових відходів; збереження природних ресурсів, а саме розвиток природоохоронних територій, рекреаційних зон та екологічна освіта населення.

Саме тому в рамках проекту TransLerN та за участі адміністрації Дмитрівської селищної ради було розпочато організовано просвітницьку кампанію з поводження з побутовими відходами, в тому числі в дошкільних та загальноосвітніх навчальних закладах. Викладачі та студенти Національного транспортного університету започаткували Проект «Організація просвітницької кампанії з поводження з побутовими відходами, в тому числі в дошкільних та загальноосвітніх навчальних закладах»

Таблиця 1. Напрямки реалізації проекту

Адміністративний	директори шкіл, завідувачі закладів дошкільної освіти
Методичний	учителі природничого циклу, класні керівники, заступники директорів з виховної роботи, вихователі в закладах дошкільної освіти
Освітній	здобувачі дошкільної, початкової, базової та повної середньої освіти (за віковими групами))

Таблиця 2. Етапи реалізації проекту

Підготовчий	Розробка типових заходів з питань роздільного збору ТПВ для школярів Підготовка команд тренерів для проведення просвітницьких заходів Розробка інформаційного семінару для фахівців різних структур з питань впровадження програми роздільного збору ТПВ	Лютий-березень
Основний етап	Проведення інформаційного семінару для фахівців різних структур з питань впровадження програми роздільного збору ТПВ Проведення просвітницьких заходів в закладах освіти	Квітень-жовтень
Заключний етап	Аналіз результатів реалізації проекту Проведення круглого столу по підсумкам реалізації проекту	Листопад-грудень

Види просвітницьких заходів: лекції, семінари, тренінги, акції, ігротеки з роздільного збору побутових відходів для різних вікових груп

Хто проводить: студенти-старшокурсники вищих навчальних закладів, що навчаються за спеціальністю “Екологія” та “Технології захисту навколишнього середовища”

Коли: квітень-травень 2025 р. або вересень-жовтень 2025 р.

Впровадження пілотного проекту

09.06.2025 – Обговорення з начальником відділу освіти та директором Дмитрівського академічного ліцею «Перспектива» планів проведення масових заходів на червень 2025 року.

10.06.2025 – проведено семінар для вчителів з методики надання учням інформації щодо раціонального управління побутовими відходами для вчителів шкіл Дмитрівської, Гайворонської, Великодолинської, Кагарлицької та Зазимської громад.

12.06.2025 – студенти освітніх програм Екологія, Технології захисту навколишнього середовища та Інформаційна, бібліотечна та архівна справа провели в Дмитрівському ліцеї поляризаційні ігри з розумного управління побутовими відходами.

Понад 80 дітей віком від 8 до 12 років були присутні у Дмитрівському ліцеї. А ще близько 20 з інших громад України долучилися до відеотрансляції.

Діти дуже активно брали участь в іграх. Їм сподобалися рухливі, музичні естафети та більш спокійні рішення шарад.

Зустріч студентів зі школярами у червні 2024 року надихнула підлітків села Шпільки розпочати власний проект. В результаті школярі виграли грант у розмірі 5000 доларів. Було придбано 3D-принтер та пристрій для створення філаменту – друкарського матеріалу з пластикових пляшок. Біля школи було встановлено спеціальний контейнер для збору цілих пластикових пляшок.

А учні, в рамках шкільного клубу, друкують пластикові сміттєві баки та антистресові іграшки, які вони жертвують солдатам у лікарні, надсилають дітям у прифронтові райони та продають на власному вебсайті в Instagram.

Отже, Університети можуть успішно реалізувати свою «третю місію», стаючи агентами змін через партнерство з громадами (Дмитрівська, Гайворонська та ін.). Це дозволяє трансформувати теоретичні знання у практичні екологічні рішення. Проект **TransLearnN** (спільно з Німеччиною) став дієвим інструментом трансферу знань, допомагаючи громадам розробляти плани управління відходами та впроваджувати сучасні методики екологічної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Міністерство розвитку громад і територій <https://mindev.gov.ua/diialnist/napriamy/sfera-komunalnykh-posluh/upravlinnia-pobutovymy-vidkhodamy>
- Мережа трансформаційного навчання для забезпечення стійкості сприяння українській вищій освіті у забезпеченні сталого та потужного відновлення (післявоєнної) України» <https://translearnn.ztu.edu.ua>

ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ ПРИНЦИПІВ ЕКОЛОГІЧНО СТАЛОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ У ФОРМУВАННІ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРАРНИХ ТЕРИТОРІЙ

МАКАРОВА Вікторія

*Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
e-mail Viktoriia.makarova@snaeu.edu.ua*

Аграрний сектор залишається одним із ключових драйверів економічного розвитку та зовнішньої торгівлі. За даними міжнародних організацій, частка аграрної продукції у світовій торгівлі перевищує 10%, а глобальний попит на продовольство до 2050 року зросте приблизно на 50%. Водночас понад 33% ґрунтів у світі вже зазнали деградації, що створює серйозні загрози для довгострокової продуктивності аграрного виробництва. У цьому контексті особливого значення набуває екологічно стале землекористування, яке виступає не лише інструментом збереження природних ресурсів, але й важливим фактором формування експортного потенціалу аграрних територій. Від ефективності управління земельними ресурсами залежить якість продукції, її відповідність міжнародним стандартам та здатність конкурувати на зовнішніх ринках.

Екологічно стале землекористування розглядається як система організаційно-економічних та екологічних заходів, спрямованих на забезпечення раціонального використання земельних ресурсів із урахуванням принципів відтворюваності, екологічної безпеки та соціальної відповідальності. Її основними складовими є:

- збереження та відновлення родючості ґрунтів;
- запобігання деградаційним процесам;
- оптимізація структури посівних площ;
- впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Сучасні наукові підходи визначають стале землекористування як інтегровану систему управління, що забезпечує баланс між економічною ефективністю, екологічною безпекою та соціальним розвитком територій. За оцінками Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), впровадження сталих практик землекористування може підвищити продуктивність земель на 20–30% у довгостроковій перспективі, одночасно зменшуючи рівень деградації ґрунтів [1].

Експортний потенціал аграрних територій формується під впливом таких факторів, як:

- 1) рівень технологічного розвитку виробництва;
- 2) відповідність міжнародним стандартам якості (GlobalGAP, Organic Standard);
- 3) логістична інфраструктура;
- 4) екологічна сертифікація продукції.

Зокрема, за даними Європейської Комісії, понад 60% імпорту аграрної продукції до ЄС підпадає під дію екологічних та санітарних стандартів, що підвищує значущість сталого виробництва [2].

Взаємозв'язок між цими категоріями проявляється у тому, що саме екологічно орієнтоване землекористування формує основу для довгострокового підвищення продуктивності аграрного виробництва та забезпечує стабільність експортних поставок.

Імплементация принципів сталого землекористування передбачає комплексний підхід, який охоплює як технологічні, так і управлінські аспекти. Серед ключових напрямів можна виділити:

1. Впровадження екологічно безпечних агротехнологій - застосування органічного землеробства, мінімального обробітку ґрунту (no-till), використання біологічних засобів захисту рослин сприяє зниженню антропогенного навантаження на довкілля та підвищенню якості продукції.

2. Раціоналізація структури землекористування - оптимальне співвідношення між різними видами угідь, дотримання сівозмін та врахування природно-кліматичних умов забезпечують збереження екосистемної рівноваги.

3. Цифровізація управління земельними ресурсами - використання технологій точного землеробства, геоінформаційних систем (GIS), дистанційного моніторингу дозволяє підвищити ефективність використання ресурсів та мінімізувати екологічні ризики.

4. Інституційне забезпечення та роль громад - територіальні громади виступають ключовими суб'єктами реалізації політики сталого землекористування. Вони забезпечують контроль за використанням земель, сприяють впровадженню екологічних стандартів та підтримують розвиток локальних аграрних ініціатив.

Зазначимо, що міжнародні ринки дедалі більше орієнтуються на продукцію, вироблену з дотриманням екологічних стандартів. Зокрема, ринки Європейського Союзу висувають жорсткі вимоги щодо безпечності,

простежуваності та екологічності аграрної продукції. За оцінками OECD, країни, що активно впроваджують принципи сталого розвитку в аграрному секторі, демонструють на 15–20% вищі темпи зростання аграрного експорту [3]. Імплементация принципів сталого землекористування сприяє:

- 1) підвищенню якості та безпечності продукції;
- 2) розширенню доступу до преміальних сегментів ринку (органічна продукція);
- 3) зростанню довіри з боку міжнародних партнерів;
- 4) зменшенню ризиків торговельних обмежень.

Крім того, екологічна сертифікація стає важливим інструментом просування продукції на зовнішніх ринках, що безпосередньо впливає на нарощування експортного потенціалу. Незважаючи на очевидні переваги, імплементація принципів сталого землекористування супроводжується рядом проблем:

- недостатній рівень фінансового забезпечення аграрних підприємств;
- обмежений доступ до сучасних технологій;
- низький рівень екологічної свідомості;
- недосконалість інституційного середовища.

Ці фактори стримують широкомасштабне впровадження екологічно орієнтованих практик та потребують системного вирішення на державному та регіональному рівнях.

Екологічно стале землекористування є стратегічною основою формування експортного потенціалу аграрних територій. Його імплементація забезпечує не лише збереження природних ресурсів, але й підвищення конкурентоспроможності аграрної продукції на міжнародних ринках. Доведено, що ефективне управління земельними ресурсами, інтеграція інноваційних технологій та активна участь територіальних громад створюють передумови для сталого розвитку аграрного сектору. Водночас, для досягнення максимального ефекту необхідним є вдосконалення інституційного забезпечення, розширення доступу до фінансових ресурсів та підвищення рівня екологічної культури суб'єктів господарювання.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці економічних механізмів стимулювання сталого землекористування та оцінці його впливу на динаміку аграрного експорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. FAO. *Status of the World's Soil Resources*. Rome, 2023.
2. European Commission. *Farm to Fork Strategy*. Brussels, 2020.
3. OECD. *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation*. Paris, 2024.

ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТА ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОПУЛЯЦІЙ РІДКІСНИХ ВИДІВ РОСЛИН У ПРИРОДНИХ І АНТРОПОГЕННО ЗМІНЕНИХ УМОВАХ

¹АРТЕМЕНКО Денис,

²КЛИМЕНКО Ганна

¹Національний природний парк «Деснянсько-Старогутський», м. Шостка, Україна,
e-mail: art.denis1978@gmail.com

²Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна,
e-mail: AnnaKlimenko2014@gmail.com

Формування, функціонування та динаміка популяцій рідкісних видів рослин визначаються комплексною взаємодією природних, антропогенних і стохастичних чинників, що діють на різних рівнях організації біоти. Для таких видів характерні обмежене поширення, низька чисельність, фрагментованість популяцій та вузька екологічна спеціалізація, що обумовлює їх високу чутливість до змін середовища існування [7; 13; 17].

У сучасних екологічних дослідженнях популяції рідкісних видів рослин розглядаються як елементи метапопуляційних систем, у межах яких визначальне значення мають зв'язність оселищ, інтенсивність насінневої дисперсії, рівень генетичного обміну та ризики локального зникнення [1]. Обмежена мобільність рослин зумовлює їх залежність від агентів поширення та підсилює ефект просторової ізоляції популяцій. Важливим інструментом оцінювання їхнього стану є аналіз життєздатності популяцій (PVA), що дозволяє прогнозувати довгострокову стабільність популяцій і оцінювати ризики їх зникнення під впливом несприятливих факторів [23].

Серед природних чинників ключове значення мають кліматичні умови, гідрологічний режим, властивості ґрунтів, мікрорельєф та біотичні взаємодії. Для багатьох рідкісних видів визначальними є локальні екологічні параметри – рівень зволоження, освітленість, кислотність ґрунту та глибина залягання ґрунтових вод, що обмежують їх поширення вузькими екологічними нішами [3].

Біотичні взаємодії також відіграють критичну роль у підтриманні стабільності популяцій. Залежність від специфічних запилювачів або мікоризних симбіонтів може визначати успішність репродукції, а порушення таких взаємозв'язків призводить до її зниження [9; 10]. Важливою характеристикою є внутрішньопопуляційна структура, яка включає віковий склад, рівень віталітету та просторову організацію особин. Порушення онтогенетичних спектрів, зменшення частки молодих особин або відсутність насінневого поновлення розглядається як ранній індикатор деградації популяцій [5; 12].

У сучасних умовах провідну роль у зміні популяцій рідкісних видів відіграє антропогенний вплив. Основними його проявами є фрагментація та деградація середовищ існування внаслідок урбанізації, сільськогосподарського освоєння, лісгосподарської діяльності та розвитку інфраструктури [2; 6; 15]. Фрагментація призводить до ізоляції популяцій, зниження генетичного різноманіття та підвищення ризику їх локального зникнення [11].

Інвазійні види є важливим чинником трансформації рослинного покриву та витіснення аборигенних компонентів флори [16]. Вони здатні формувати щільні угруповання, змінювати світловий режим, властивості ґрунтів і аллопатичні взаємодії, що обмежує існування рідкісних видів. Крім прямої конкуренції, інвазійні види можуть впливати на взаємодії з запилювачами та ґрунтовими мікроорганізмами [8; 19].

Кліматичні зміни є одним із ключових глобальних факторів трансформації популяцій рідкісних видів. Вони проявляються у зміні температурного режиму, перерозподілі опадів і зростанні частоти екстремальних погодних явищ [14; 18; 23].

Воєнні дії в Україні стали потужним чинником трансформації популяцій рідкісних видів. Їх вплив проявляється у механічному руйнуванні екосистем, пожежах, забрудненні довкілля та порушенні гідрологічного режиму [4; 21]. Зокрема, на території Деснянського біосферного резервату цей вплив є безпосереднім, особливо в межах НПП «Деснянсько-Старогутський», де обстріли спричиняють пожежі, що не підлягають оперативній ліквідації через мінування територій. У результаті відбувається порушення просторової структури популяцій, зниження їх чисельності та розрив метапопуляційних зв'язків, що підвищує ризик локального зникнення рідкісних видів.

Формування та трансформація популяцій рідкісних видів визначаються комплексною дією природних, антропогенних і глобальних чинників, серед яких особливого значення набувають кліматичні зміни та воєнний вплив. Це проявляється у фрагментації оселищ, зміні гідрологічного режиму, деградації екосистем і порушенні структури популяцій [20; 22].

Отримані результати підтверджують необхідність застосування комплексних підходів до дослідження та охорони рідкісних видів, що поєднують популяційно-екологічний аналіз, моніторинг та оцінювання ризиків їх зникнення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Brigham, C. A., & Schwartz, M. W. (2003). *Population viability in plants: Conservation, management, and modeling of rare plants*. Springer.
2. Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E. S., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R. R., Shin, Y.-J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K. J., & Zayas, C. N. (2019). Pervasive human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change. *Science*, 366(6471), eaax3100.
3. Didukh, Ya. P. (2011). *The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication*. Kyiv: Phytosociocentre.
4. Dubyna, D. V., Vakarenko, L. P., Ustymenko, P. M., Davydov, D. A., Dziuba, T. P., Baranovskyi, B. A., Karmyzova, L. A., Kulik, A. F., & Zhykharieva, A. V. (2023). Rare steppe plant communities in Ukraine: Status, threats and their minimization. *Ukrainian Journal of Ecology*, 31(2), 209–216. <https://doi.org/10.15421/012322>
5. Ellstrand, N. C., & Elam, D. R. (1993). Population genetic consequences of small population size: Implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 24, 217–242.
6. Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570–574.
7. Gaston, K. J. (1994). *Rarity*. Chapman & Hall.
8. Hejda, M., Pyšek, P., & Jarošík, V. (2009). Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology*, 97(3), 393–403.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*.
9. Jacquemyn, H., Brys, R., & Hermy, M. (2005). Does nectar reward affect pollinator behavior and seed set in orchids? *Plant Biology*, 7(3), 295–303.
10. Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998). Endangered mutualisms: The conservation of plant–pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29, 83–112.
11. Lienert, J. (2004). Habitat fragmentation effects on fitness of plant populations – A review. *Journal for Nature Conservation*, 12(1), 53–72.
12. Menges, E. S. (2000). Population viability analyses in plants: Challenges and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(2), 51–56.
13. Murray, B. R., Thrall, P. H., Gill, A. M., & Nicotra, A. B. (2002). How plant life-history and ecological traits relate to species rarity and commonness at varying spatial scales. *Austral Ecology*, 27(3), 291–310.
14. Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421, 37–42.
15. Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction. *Science*, 344(6187), 1246752.
16. Pyšek, P., Hulme, P. E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T. M., Carlton, J. T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L. C., Genovesi, P., Jeschke, J. M., Kühn, I., Liebhold, A. M., Mandrak, N. E., Meyerson, L. A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H. E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., & Richardson, D. M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95(6), 1511–1534.
17. Rabinowitz, D. (1981). Seven forms of rarity. In H. Synge (Ed.), *The biological aspects of rare plant conservation* (pp. 205–217). Wiley.
18. Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M. T., & Prentice, I. C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), 8245–8250.
19. Traveset, A., & Richardson, D. M. (2014). Mutualistic interactions and biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 89–113.
20. Tsaryk, Y. V. (2011). *Biodiversity and ecological safety*. Lviv National University Press.
21. United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Ukraine: Environmental impact of the conflict*.
22. United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). *Environmental impacts of the war in Ukraine: Preliminary assessment*.
23. Walther, G.-R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J.-M., Hoegh-Guldberg, O., & Bairlein, F. (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389–395.
24. Zlobin, Y. A., Skliar, V. H., & Klymenko, H. O. (2022). *Biology and ecology of phytopopulations*. Universytetska knyha.

RIPARIAN VEGETATION AS AN INDICATOR OF THE STATE OF RIVER ECOSYSTEMS: A POPULATION-BASED APPROACH AND CONSERVATION PRIORITIES

BERDIN Ivan

*Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
e-mail: ivanberdin21@gmail.com*

River riparian zones are a vital component of the sustainable functioning of aquatic ecosystems, and the establishment and maintenance of riparian buffer strips is one of the priority conservation tasks. However, views on the definition of riparian zone boundaries, as well as on what actually constitutes a riparian zone, currently differ [1]. Nevertheless, it is indisputable that riparian and aquatic vegetation plays a key role in supporting these functions and provides a range of ecosystem services [2, 3, 4]. It protects river banks from erosion, absorbs pollutants from water and soil, provides shelter for many animal species, and regulates the microclimate, flow velocity and nutrient cycling.

The destruction of riparian zones along rivers is primarily caused by the agricultural development of their floodplains. Furthermore, a significant problem is the alteration of the hydrological regime of rivers. This has become a fairly widespread phenomenon, which threatens the biodiversity of river ecosystems and the quality of river water. An effective strategy for protecting aquatic ecosystems can only be developed by taking into account the characteristics of riparian vegetation, the land-use structure in adjacent areas, and all other pathways by which pollutants enter the water body [3]. The first step should be to carry out biomonitoring in riparian zones. The species composition and structure of riparian vegetation are shaped by a whole range of both natural and anthropogenic factors. It can therefore serve as a highly informative indicator of the overall condition of riparian and river ecosystems. However, a significant obstacle to achieving this goal has been the gaps in existing knowledge regarding the formation and functioning of riparian and aquatic vegetation. The response of many plant species growing in the dynamic conditions of riparian ecosystems to various ecological and coenotic factors remains poorly understood. Virtually nothing is known about how the population traits of riparian-aquatic species respond to these factors. Similarly, it remains unclear how the characteristics of different plant species contribute to the provision of ecosystem services by riparian vegetation [4].

With regard to certain ecosystem services, the resource potential of many plant species is of particular interest. Coastal herbaceous vegetation comprises a large number of medicinal plants, including those recognised by official pharmacopoeias. Furthermore, some species show promise for cultivation and serve as a genetic resource for developing new hybrids of medicinal plants. All this requires a clear understanding of the various aspects of the population dynamics of riparian plants, both in the context of successful introduction and sustainable resource use.

In view of the above, it is promising to include species typical of riverine zones in the list of organisms covered by comprehensive population analysis, the methods of which demonstrate a high level of informativeness [5]. They have been repeatedly applied in establishing the guiding principles for the protection and conservation of vulnerable and economically valuable species. Given the ecotone nature of riparian vegetation, it is also of interest to examine how the population structure of plant species forming plant communities is shaped, and whether this can be linked to the characteristics of economic activity on lands adjacent to the river. We believe that, based on these data, it will be possible to determine the optimal width of the buffer zone, which will ensure the sustainable existence of plant populations and, at the same time, mitigate the negative impact of anthropogenic factors on the condition of the water body.

At present, it is impossible to state unequivocally that the proposed approach will prove fully effective, as determining the impact of land-use regimes on biodiversity and river water quality is a complex and multifactorial process. A promising direction is the application of biomonitoring and comprehensive population analysis to determine the optimal width of river buffer zones and develop effective conservation measures. However, the restoration and conservation of riparian areas requires the consolidation of efforts by scientists, authorities and the public, as no strategy will be effective without an understanding of the consequences of ecosystem degradation and compliance with water protection legislation.

REFERENCES

1. Dodds, W. K., Barmuta, L. A., Bernal, S., Corman, J., Harms, T. K., Johnson, S. L., Li, L., Fernandes Cunha, D. G., Olden, J. D., Riis, T., Silva, L. C. R., Stella, J. C., Sullivan, P., & Wohl, E. (2025). Defining stream riparian zones across multidimensional environmental gradients. *Journal of Environmental Quality*, 54, 1674–1697. doi: <https://doi.org/10.1002/jeq2.70080>
2. Dubyna, D. V., Dziuba, T. P., Yemelianova, S. M., & Tymoshenko, P. A. (2015). Comparative structural analysis of the phytocoenosis of the *Phragmites-Magno-Caricetea* class in Ukraine. *Black Sea Botanical Journal*, 11(1), 37–50 (In Ukrainian). doi: <https://doi.org/10.14255/2308-9628/15.111/4>

3. Mauser, K. M., Dekker, T., Spaak, J. W., Elsässer, T., & Brühl, C. A. (2026). Current-use pesticide exposure of riparian ecosystems—stream buffer or non-target habitat? *Science of The Total Environment*, 1019, 181503. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2026.181503>
4. Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F. C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M. D., Fernandes, M. R., Franco, J. C., Pettit, N., Portela, A. P., Tammeorg, O., Tammeorg, P., Rodríguez-González, P. M., & Dufour, S. (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6), 501–514. doi: <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>
5. Sherstiuk, M. Yu., Skliar, V. H., Skliar, Yu. L., & Khe, S. (2019). Comprehensive population analysis as a direction of modern biological and ecological research. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and Biology, (3), 61–67 (In Ukrainian).

SCIENTIFIC BASIS FOR THE RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES AND THE CONSERVATION OF ECOSYSTEM SERVICES IN MEADOW AND COASTAL ECOSYSTEMS OF THE UPPER AND MIDDLE COURSES OF THE SULA RIVER

**BONDARIEV Maksym,
SKLIAR Viktoriia,
BONDARIEVA Liudmyla**

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, e-mail: maxim.bondarev.96@gmail.com

Grassland and coastal ecosystems provide a wide range of ecosystem services that are significant at both the local and regional levels. In particular, they help regulate the area's hydrological regime, facilitate the accumulation and purification of surface and groundwater, prevent soil erosion, and stabilize the soil cover. Their role in sustaining biogeochemical cycles is also significant, as it is directly linked to maintaining soil fertility and mitigating the effects of climate change. In addition to their regulatory functions, these ecosystems are vital hubs for maintaining biodiversity, performing habitat-forming and zoological functions [1, 2].

In this regard, the meadow and riparian ecosystems of the Sula River are no exception, including those within its upper and middle reaches, which were the focus of our detailed study. Unfortunately, prolonged anthropogenic pressure (haymaking, grazing, land reclamation, pollution, etc.) has already significantly altered the ecological balance of the studied area [3, 4] and, consequently, affected the provision of ecosystem services by natural complexes. At the present stage, the meadow and riparian ecosystems of this territory combine signs of stability (for example, due to the significant (4.0–40%) share of eurybiont species in the ecological structure of the flora) and vulnerability (in particular, due to the representation (from 0.26 to 6.30%) of stenobiont components). In addition, they retain a high level of economic and environmental value, particularly as centers of rare plant diversity. All of the above points to the need to achieve a scientifically sound balance between the use and conservation of meadow and riparian natural complexes. In light of the above, we consider it appropriate to implement the following principles of sustainable use of meadow and riparian ecosystems within the upper and middle reaches of the Sula River.

1. The principle of a differentiated approach to the management of natural complexes.
2. The principle of regulated use of natural resources.
3. The principle of preserving ecological mosaics.
4. The principle of prioritizing the protection of vulnerable components of plant and biological diversity in general.
5. The principle of ecologically sound resource use.
6. The principle of adaptive management.

When implementing the principle of a differentiated approach to the management of natural complexes and determining land-use regimes, it is necessary to take into account the specific characteristics of the habitats and plant communities in the study region, including the characteristics of riparian-aquatic complexes and the representation of various types of meadows. In this regard, strict adherence to the water protection zones and riparian protection strips defined by state regulatory and legislative documents is of utmost importance.

Closely linked to the principle of a differentiated approach to the management of natural complexes is the principle of regulated nature use, aimed at preventing and avoiding the overexploitation of resources. The implementation of such an approach is particularly important for medicinal plants. An integral part of its practical implementation is the assessment of the status of populations of community-forming species based on population analysis.

Implementing the principle of prioritizing the protection of vulnerable components of plant and biological diversity requires the introduction of measures to protect and conserve rare species and species with stenobiotic characteristics. For such species, restrictions on recreation and economic activities must be imposed in their habitats. The study region is distinguished by the long-term and systematic implementation of measures aimed at biodiversity conservation through the creation of territories and objects within the Nature Reserve Fund (NRF). The study region comprises 38 NPF territories and sites (with a total area of 8,633.099 ha), within which meadow and riparian ecosystems are protected. Of the 38 territories and sites, 33 fall under the category of nature reserves. Although the study region has a relatively high number and total area of NRF territories, work on the further development of the Nature Reserve Fund within its boundaries continues. Currently, scientists have proposed the creation of 12 additional nature reserves with a total area of 856 ha, each of which will protect riparian and/or meadow natural complexes.

In accordance with the principle of ecologically sound natural resource management, the economic use of natural complexes (for haymaking, grazing, etc.) must be carried out with due consideration for the ecological characteristics of grassland and riparian ecosystems. In this context, it is important to take into account and adhere to the seasonal dynam-

ics of species development, their ability to recover, and their response to disturbances. Within grassland ecosystems, it is advisable to implement haymaking, which should be carried out no earlier than the completion of the main vegetation phases for most species. It is necessary to apply mosaic mowing with alternating plots, which allows for the preservation of populations of species with different ecological requirements. Livestock grazing must be controlled, with limits on stocking rates and prevention of overgrazing.

Equally important are the cultural and socio-economic ecosystem services provided by grassland and riparian complexes. They create conditions for recreational activities, environmental education, and the development of a nature-oriented worldview among the population. The aesthetic value of landscapes, opportunities for recreation and tourism, as well as their role in maintaining traditional forms of nature use, reinforce the importance of these ecosystems in ensuring the quality of life for the region's population.

The principle of adaptive management involves taking into account current climate change and the dynamics of the hydrological regime. Available data objectively confirm that changes in average temperature and precipitation have been recorded in the study region for a long time. Against the backdrop of climate change, transformations in the hydrological regime, and the associated potential changes in soil conditions, regular monitoring of vegetation cover and adjustments to natural resource management practices become increasingly important. In this context, monitoring should focus not only on the species composition of the flora but also on changes in its structure, particularly regarding the representation of plants with different life forms and ecological ranges. The latter underscores the relevance of assessing relative niche width (RWN) as an objective measure of species' adaptive potential and as one of the indicators of changes and the future state of vegetation cover. In this regard, changes in the status of populations of community-forming species also serve as informative indicators.

Under conditions of military impact, the system of sustainable management of meadow and riparian ecosystems in the studied region must be supplemented by principles of ecological safety and the priority restoration of transformed territories, which is also aimed at restoring lost or disrupted ecosystem services, including regulatory and habitat-forming services.

Therefore, under current conditions, the rational use of the meadow and riparian ecosystems of the upper and middle reaches of the Sula River should be viewed not only as a set of measures for the sustainable use of resources, but also as a component of environmental security, the restoration of natural ecosystems, and the maintenance of their ability to provide a wide range of ecosystem services, which are vital for the functioning of natural systems and the well-being of the population. In this context, both under conditions of traditional natural resource use and against the backdrop of the war's impact, species with stenobiotic properties - which are most sensitive to changes in environmental conditions - require special attention, while species with a wide ecological amplitude can serve as indicators of ecosystem stability. In this context, it is advisable to implement systematic monitoring of vegetation cover, which will allow for the assessment of the extent of ecosystem transformation, changes in the provision of their ecosystem functions and services, as well as the effectiveness of restoration measures.

REFERENCES

1. Бондарєва, Л.М., & Кирильчук К.С. (2023). Структура популяцій лучних рослин на заплавних луках лісостепової зони за умов випасання та сінокошіння. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 51(1), 3-13.
2. Bondarieva, L.M., Kyrylchuk, K.S., Skliar, V.H., Tikhonova, O.M., Zhatova, H.O., & Bashtovyi, M.G. (2019). Population dynamics of the typical meadow species in the conditions of pasture digression in flooded meadows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(2), 204-211.
3. Данильченко, О. С., Карнаушенко, Д. П., & Гоженко, Л. П. (2022). Екологічний стан річки Сули у межах Сумської області. *Сьомі Сумські наукові географічні читання: збірник матеріалів*, 83.
4. Данильченко, О. С., Корнус, А. О., Корнус, О. Г., & Король, О. М. (2024). Оцінка екологічного стану річки Ромен у межах міста Ромни та шляхи її ревіталізації. *Слобожанський науковий вісник. Серія: Природничі науки*, (1), 62-68.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЯК ОСНОВА УПРАВЛІННЯ ПРИРОДНИМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

БУДНІК Зінаїда

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна,
e-mail: z.m.budnik@nuwm.edu.ua*

Як уже відомо, глобальні кліматичні зміни є одним із найбільших викликів сучасності, оскільки вони безпосередньо впливають на стан природних ресурсів, функціонування екосистем та рівень екологічної безпеки територій. Підвищення середньорічних температур, зміна режиму опадів, зростання частоти екстремальних погодних явищ, деградація ґрунтів та зменшення біорізноманіття потребують удосконалення системи екологічного моніторингу [1]. В умовах інтенсивного антропогенного навантаження особливо актуальним є впровадження сучасних методів спостереження за станом навколишнього природного середовища, які дозволяють оперативно отримувати достовірну інформацію для прийняття управлінських рішень.

Система екологічного моніторингу є важливим елементом державної екологічної політики та основою раціонального природокористування. Вона забезпечує контроль за змінами компонентів довкілля, оцінювання екологічних ризиків та прогнозування можливих наслідків впливу кліматичних змін [2]. Ефективний моніторинг сприяє реалізації Цілей сталого розвитку, зокрема ЦСР 13 «Боротьба зі зміною клімату», ЦСР 15 «Захист та відновлення екосистем суші» та ЦСР 6 «Чиста вода та належні санітарні умови» [3].

Одним із найбільш ефективних напрямів сучасного екологічного моніторингу є використання технологій дистанційного зондування Землі. Супутникові системи дозволяють здійснювати постійний контроль за станом земельних ресурсів, лісових екосистем, водних об'єктів та урбанізованих територій [4]. За допомогою супутникових знімків можна виявляти осередки деградації ґрунтів, вирубування лісів, зміни рослинного покриву, процеси підтоплення та наслідки природних катастроф. Особливо важливим, звісно, є використання супутникових даних для оцінювання впливу кліматичних змін на екосистеми регіонального рівня.

У сучасних умовах значного поширення набули геоінформаційні системи, які забезпечують інтеграцію просторових даних, їх аналіз та візуалізацію. ГІС-технології дозволяють формувати електронні карти екологічного стану територій, моделювати розвиток небезпечних природних процесів та оцінювати рівень екологічних ризиків [5]. Завдяки ГІС створюються цифрові бази екологічних даних, які є важливим інструментом для органів державного управління, наукових установ та природоохоронних організацій.

Важливим елементом сучасного моніторингу є автоматизовані системи спостереження за якістю атмосферного повітря, води та ґрунтів. Використання таких сенсорів і автоматичних станцій дозволяє отримувати дані у режимі реального часу та швидко реагувати на зміни екологічного стану територій [6]. Наприклад, системи автоматизованого контролю атмосферного повітря забезпечують постійний моніторинг концентрацій пилу, оксидів азоту, діоксиду сірки, чадного газу та інших забруднювачів. Це дає змогу оперативно виявляти перевищення гранично допустимих концентрацій та запобігати негативному впливу на здоров'я населення.

Особливого значення в умовах кліматичних змін набуває моніторинг водних ресурсів. Підвищення температури та зміна режиму опадів призводять до зменшення запасів прісної води, погіршення якості поверхневих вод та посилення ризику посух [7]. Для оцінювання стану водних екосистем використовують комплекс гідрохімічних, гідробіологічних та біоіндикаційних методів. Біоіндикатори дозволяють визначати рівень забруднення водних об'єктів за реакцією живих організмів на зміну умов середовища.

Одним із перспективних напрямів сучасного екологічного моніторингу є застосування біоіндикаційних методів дослідження. Біоіндикація базується на здатності окремих видів рослин, тварин або мікроорганізмів реагувати на зміни екологічного стану території [8]. Наприклад, лишайники широко використовуються для оцінювання рівня забруднення атмосферного повітря, а зміни видового складу рослинності свідчать про деградацію ґрунтів або порушення водного режиму територій. Перевагою біоіндикаційних методів є можливість комплексного оцінювання стану екосистем без застосування складного лабораторного обладнання.

Також, можна стверджувати, що сучасні методи екологічного моніторингу є важливою основою управління природними ресурсами в умовах кліматичних змін. Використання дистанційного зондування Землі, геоінформаційних систем, автоматизованих сенсорних мереж, біоіндикації, математичного моделювання та технологій штучного інтелекту дозволяє здійснювати комплексне оцінювання стану довкілля та прогнозувати розвиток екологічних процесів. Впровадження інноваційних методів моніторингу сприяє підвищенню ефективності природоохоронної діяльності, забезпечує інформаційну підтримку управлінських рішень та формує підґрунтя для реалізації принципів сталого розвитку. Подальший розвиток систем екологічного моніторингу потребує

міжнародної співпраці, удосконалення нормативно-правової бази та активного впровадження цифрових технологій у сферу природокористування.

Додатково слід зазначити, що новітні системи екологічного моніторингу дедалі активніше інтегруються у концепцію «розумного» управління природними ресурсами (smart environmental management). Використання хмарних технологій, великих масивів даних (Big Data) та мережевих платформ забезпечує оперативний обмін інформацією між науковими установами, органами державної влади та міжнародними екологічними організаціями [9]. Це дозволяє створювати єдині цифрові екологічні платформи для аналізу та прогнозування змін довкілля. Важливою перевагою таких систем є можливість швидкого реагування на екологічні загрози та надзвичайні ситуації, спричинені кліматичними змінами.

В умовах воєнних дій та техногенного навантаження на території України особливо актуальним є використання сучасних методів моніторингу для оцінювання стану ґрунтів, водних ресурсів і атмосферного повітря. Значні площі природних територій зазнають деградації внаслідок пожеж, руйнування промислових об'єктів, забруднення важкими металами та нафтопродуктами. У таких умовах дистанційне зондування Землі та автоматизовані системи моніторингу дозволяють оперативно виявляти екологічно небезпечні процеси та здійснювати оцінювання масштабів негативного впливу [4]. Крім того, застосування геоінформаційних систем дає можливість створювати карти екологічних ризиків та прогнозувати динаміку відновлення природних екосистем.

Таким чином, сучасний екологічний моніторинг є не лише інструментом контролю стану довкілля, а й важливою складовою системи стратегічного управління природними ресурсами. Інтеграція інноваційних технологій, міжнародної академічної співпраці та цифрових методів аналізу даних сприятиме формуванню ефективної системи екологічної безпеки та забезпеченню реалізації принципів сталого розвитку в умовах глобальних кліматичних викликів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
2. Клименко М.О., Прищеп А.М. Моніторинг довкілля. Рівне : НУВГП, 2020. 350 с. ISBN 978-966-327-557-4
3. Lee, B.X., Kjaerulf, F., Turner, S. et al. Transforming Our World: Implementing the 2030 Agenda Through Sustainable Development Goal Indicators. J Public Health Pol 37 (Suppl 1), 13–31 (2016). <https://doi.org/10.1057/s41271-016-0002-7>.
4. Copernicus Climate Change Service. Climate Monitoring Report 2024. Luxembourg : European Union, 2024. doi.org/10.24381/14j9-s541
5. Лященко А.А., Шипулін В.Д. Геоінформаційні системи в екологічних дослідженнях : навчальний посібник. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2021. 280 с. ISBN 978-617-7841-89-3.
6. Snyder E.G. et al. The Changing Paradigm of Air Pollution Monitoring. Environmental Science & Technology. 2019. Vol. 47(20). P. 11369–11377. DOI: 10.1021/es4022602
7. Vorosmarty C.J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. Nature. 2020. Vol. 467. P. 555–561. DOI: 10.1038/nature09440
8. Кучерявий В.П. Екологія : підручник. Львів : Світ, 2019. 504 с. ISBN 978-966-603-223-9.
9. Reichstein M. et al. Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. Nature. 2019. Vol. 566. P. 195–204. DOI: 10.1038/s41586-019-0912-1.
10. Клименко М. О. Сталый розвиток місцевих громад : підручник / М. О. Клименко, О. М. Клименко, Л. В. Клименко. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2018. 296 с. ISBN 978-617-7582-57-0

СИСТЕМА ПРИРОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ НА РІЧЦІ КОЛОМАК У МЕЖАХ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

СМОЛЯР Наталія,
ЛАДІНА Ірина

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна,
e-mail: smolarnat@ukr.net

У контексті реалізації програмних завдань державної екологічної політики Указом Президента України від 30 вересня 2019 року «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» зазначено й ті, які спрямовані на запобігання втратам екосистемного та біологічного різноманіття, його відтворення та охорону.

Найбільш дієвим механізмом реалізації завдань є природозаповідання, оскільки природно-заповідні об'єкти й території є важливими біоцентрами збереження й відтворення біорізноманіття на всіх рівнях (індивідуальному, популяційному, видовому, ценотичному, біотопічному екосистемному, ландшафтному, біомному). У сучасних умовах трансформації природного середовища особливо актуально постають завдання басейнового принципу збереження біорізноманіття. І цю концепцію слід реалізувати оперативним, зберігаючи не тільки окремі ландшафти, а вцілілі елементи долин річок як басейнових складових.

Природозаповідання визнано одним із найбільш дієвих і реалізованих механізмів збереження, відтворення та охорони навколишнього природного середовища в цілому і важливого його ресурсу – біорізноманіття – зокрема.

Природно-заповідну мережу Полтавської області станом на 1 січня 2026 року репрезентують 400 об'єктів загальною площею 144180,3613 га, що визначило показник заповідності в 5,01%. Однак, ці об'єкти розміщені нерівномірно на території області і в розрізі створених територіальних громад, а до того ж, більше 30% їх є точковими (площею не більше 50 га). Природно-заповідні об'єкти забезпечують збереження біорізноманіття в кластерному режимі. Тому на підсилення вирішення цієї проблеми збереження природного довкілля розрахована концепція розбудови екомережі. У схемі регіональної екомережі Полтавської області визначено основні її структурні елементи, одним із яких виступає Коломацький місцевий екокоридор [2].

Річка Коломак є правою притокою річки Ворскли і бере участь у формуванні її басейну. Річка бере початок у Валківському районі Харківської області. В межах Полтавської області протікає по південно-східній окраїні Полтавського району (колишніх Чутівського та Полтавського).

Найбільш цінними в межах Коломацького екокоридору є ландшафтні місцевості правого корінного берега Коломаку, на окремих ділянках якого ще збереглися угруповання лучних та справжніх степів, яружно-балкові комплекси, що відкриваються на заплаву річки, зайняті степовою рослинністю на схилах та широколистянолісовими та чагарниковими масивами, так званими, байрачними лісами, а також руслові та заплавні ландшафти.

У східній частині Полтавської області вздовж річки Коломаку розташоване Іскрівське природне ядро регіональної екомережі, особливістю якого є високі флористична й ценотична репрезентативність і унікальність саме зональних екосистем – широколистяних лісів (нагірний та байрачний варіанти) на території лісового заказника місцевого значення «Іскрівський» (площа 2243,0 га) [1] та лучних степів із фрагментами справжніх та південних у балковому урочищі ландшафтного заказника місцевого значення «Лизняна балка» (площа 60,0 га) [1]. Ці два об'єкти територіально знаходяться поруч між селищем Чутове та селом Аврамівкою, що є сприятливим як для формування та стабілізування біорізноманіття, так і для його охорони.

Важливим біоцентром Коломацького місцевого екокоридору є також гідрологічний заказник місцевого значення «Сторожовий» (площа 683,24 га) [1] та ландшафтний заказник загальнодержавного значення «Вільхівчанський» (площа), на території яких охороняються лучно-болотні та водно-болотні угіддя заплави річки Коломак.

Для підвищення ефективності збереження природного біорізноманіття доцільно збільшити показники заповідності при наявних визначених нами ресурсах і можливостях. З цією метою доцільно розширити мережу природно-заповідних територій у долині річки Коломак, охопивши заповіданням всі можливі вцілілі території у межах поширення природної та напівприродної рослинності. Першочерговим завданням у цьому відношенні є збільшення площі ландшафтного заказника «Вільхівчанський» на заплавах місцевостях і включення до складу заказника ділянок правого корінного берега Коломаку – осередків збереження типового степового біорізноманіття і місць зростання ряду созофітів (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., *Adonis vernalis* L., *Iris pumila* L., *Hyacinthella leucophaea* (K.Koch) Schur). Також актуально постає забезпечення охороною ділянки долини річки Коломак у районі села Войнівка – зі степовими природними комплексами на правому корінному березі, заплавами та русловими біотопами з високими показниками флористичного, ценотичного, фауністичного, біотопічного та ландшафтного біорізноманіття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Природно-заповідний фонд Полтавської області : Реєстр-довідник / Смоляр Н.О. Полтава : ШвидкоДРУК, 2014. 149 с.
2. Регіональна екомережа Полтавщини / колектив авторів під заг. ред. О.М. Байрак. Полтава : Верстка, 2010. 214 с.

ОЦІНКА ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ У СМЕРЕКОВОМУ ПРАЛІСІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

ДЕБРИНЮК Василь

Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна
e-mail: v.debryniuk@nltu.edu.ua

Основою відновлення лісових угруповань, зокрема і пралісових, є інтенсивність проходження процесу природного поновлення в них. Цей процес залежить від багатьох чинників і є ключовим механізмом підтримання структурної та функціональної цілісності пралісів, забезпечуючи безперервність поколінь і стабільність лісового фітоценозу [1].

Мета роботи полягала в обліку підросту за висотними групами у смерековому пралісі для встановлення інтенсивності проходження процесу природного поновлення. Методика проведення лісівничо-таксаційних досліджень є загальноприйнятою для лісівництва та лісової таксації. Для вивчення процесу природного поновлення на території лісового фонду НПП «Верховинський» було відібрано смерековий лісостан, який повною мірою відповідає всім ознакам пралісу. Під його наметом відібрано ділянку, яка якнайповніше відображає фазу розвитку пралісу – ранню фазу старіння. Для встановлення фази розвитку пралісового угруповання використано методичні підходи Н. Leibundgut [2]. Під час закладання пробної площі (ПП) використано методичні напрацювання Інституту лісу, снігу і ландшафтів (Бірменсдорф, Швейцарія), згідно з якими їхній розмір становить $71,2 \times 71,2$ м. Саму пробну площу поділено на квадрати розміром $12,8 \times 12,8$ м (всього 16 шт.), кути яких стали центром облікових площадок. На кожній обліковій площадці закладали по три кругових проби (всього 75 шт. на пробній площі), серед яких 25 кругових проб мали площу по 5 м^2 , 25 кругових проб – по 10 м^2 і ще 25 кругових проб – по 20 м^2 . Радіус кругових проб становив, відповідно, 1,26; 1,78 та 2,52 м та уточнювався з урахуванням стрімкості схилу.

Характеристика ПП наступна: Чивчинське ПНДВ, ур. Балясинів, кв. 20, вид. 26; Пд-Зх схил 20° ; (т. №1: N $47^\circ 50.518'$ E $024^\circ 50.396'$; т. №2: N $47^\circ 50.544'$ E $024^\circ 50.370'$; т. №3: N $47^\circ 50.535'$ E $024^\circ 50.446'$; т. №4: N $47^\circ 50.562'$ E $024^\circ 50.409'$); 170 р.; 10См; C^4_3 -См; 1425-1463 м н.р.м..

Видовий склад трав'яного покриття доволі різноманітний. У зв'язку з сируватим підтипом лісорослинних умов, на ділянці присутня гігрофітна рослинність. Найбільш характерними є *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Vaccinium myrtillus* L., *Oxalis acetosella* L. та *Luzula sylvatica* (Huds.). З інших видів спостережено *Aconitum moldavicum* Hacq., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Senecio nemorensis* L., *Euphorbia amygdaloides* L., *Hieracium murorum* L., *Cirsium helenioides* (L.) Hill, *Homogyne alpina* (L.) Cass., *Doronicum austriacum* Jacq., *Gentiana asclepiadea* L., *Adenostyles alliariae* (Gouan) A.Kern., *Dryopteris dilatata* subsp. *dilatata* (Hoffm.) A.Gray), (*Dryopteris carthusiana* (Vill.). Частка проективного покриття становить 50-60%.

Розмах таксаційних показників дерев дуже високий – як за діаметром (8-74 см), так і за висотою (8,1-32,4 м). Перший ярус характеризується доволі високим запасом живих дерев – $538 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, тоді як запас сухостійних екземплярів становить лише 3,5% від деревного запасу першого ярусу. На ПП обліковано лише п'ять сухих дерев діаметром від 36 до 54 см (табл. 1).

Таблиця 1. Лісівничо-таксаційна характеристика смерекового пралісу

N, шт./га		H, м		D, см		G, $\text{м}^2 \cdot \text{га}^{-1}$		M, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$	
живі	сухі	живі	сухі	живі	сухі	живі	сухі	живі	сухі
I ярус									
211	10	32,4	31,2	49,6	43,4	42,21	1,48	538	19
II ярус									
33	8	23,6	22	27,2	24,3	2,01	0,39	21	4
III ярус									
93	10	8,1	8,6	11,7	12,4	1,15	0,22	5	1

Кількість підросту під наметом досліджених деревостанів відзначається значною варіабельністю. Підріст в основному розташований локально і зосереджений переважно на мертвій лежачій деревині IV ступеня розкладання. Найменше його на ПП №12 внаслідок доволі високої горизонтальної та вертикальної зімкнутості намету, наявності порівняно невеликої кількості вікон і прогалів. В окремих локалітетах зосереджена значна кількість підросту, але на більшій частині площі він відсутній. Загальна кількість підросту за обліковими пло-

щадками становить 5,12 тис. шт. на 1 га. На ділянці переважає підріст заввишки 10–39 см (1,82 шт./га), що становить 35,5% від його загальної кількості (табл. 2).

Таблиця 2. Кількість підросту на облікових площадках кругових проб за висотними групами (шт. на ПП / на 1 га)

Деревна порода	Кругові проби з висотою підросту 10–39 см			Кругові проби з висотою підросту 40–129 см			Густота підросту та успішність поновлення за трьома круговими пробами
	без пошкодження	з пошкодженням	пошкодження дичиною	без пошкодження	з пошкодженням	пошкодження дичиною	
Ялина	19 / 1520	4 / 320	–	29 / 1160	12 / 480	–	4780 / 340; незадовільний стан
Горобина	1 / 80	–	–	3 / 120	–	–	
Разом	20 / 1600	4 / 320	–	32 / 1280	12 / 480	–	

Розташування підросту на пробній площі дуже нерівномірне. Встановлені нами пікети (25 шт.) для обліку підросту у переважній більшості випадків потрапляли за межі осередків природного поновлення. Стан природного поновлення на ділянці оцінюється як незадовільний (< 6,0 тис. шт./га). Склад підросту – 10Яле + Гор.

Підросту з механічними пошкодженнями внаслідок негативної дії абіотичних чинників (падіння гілок зі старих дерев) порівняно мало (близько 16%), а пошкодження підросту дикими тваринами не виявлено зовсім.

Хоча стан поновлення на ділянці незадовільний, варто відзначити загалом подібну кількість підросту за висотними групами – 1820, 1760 та 1440 шт./га (35,5; 34,4 і 28,1%). Основна причина незадовільного поновлення – висока зімкнутість крон, яка є характерною для лісостанів, що перебувають у ранній фазі старіння.

Відносний розподіл кількості підросту на кругових пробах з висотою підросту 130 см і > в межах шести груп в порядку збільшення діаметра доволі нерівномірний і має такий вигляд: 31,9; 22,2; 6,9; 13,9; 8,3 та 16,8%. Отже, помітну перевагу має підріст діаметром до 0,9 см та 1,0–1,9 см. Найбільший підріст, діаметр якого знаходиться в межах 5,0–5,9 см, також посідає доволі значну частку (табл. 3).

На цій круговій пробі переважає здоровий підріст (69,4%). Пошкодження підросту зумовлене як абіотичними, так і біотичними чинниками.

Таблиця 3. Кількість підросту на облікових площадках кругових проб за висотними групами (шт. на ПП / на 1 га)

Деревна порода	Кругові проби з висотою підросту 130 см і більше											
	до 0,9 см D _{1,3}		1–1,9 см D _{1,3}		2–2,9 см D _{1,3}		3–3,9 см D _{1,3}		4–4,9 см D _{1,3}		5–5,9 см D _{1,3}	
	без пош-кодж.	з пош-кодж.	без пош-кодж.	з пош-кодж.	без пош-кодж.	з пош-кодж.	без пош-кодж.	з пош-кодж.	без пош-кодж.	з пош-кодж.	без пош-кодж.	з пош-кодж.
ПП №12; Чивчинське ПНДВ; кв. 20, вид. 26, пл. 19,8 га; 170 р.; 10См; С ⁴ ₃ -См												
Ялина	13/260	6/120	9/180	4/80	5/100	–	7/140	3/60	5/100	1/20	9/180	3/60
Горобина	2/40	2/40	–	3/60	–	–	–	–	–	–	–	–
Разом	15/300	8/160	9/180	7/140	5/100	–	7/140	3/60	5/100	1/20	9/180	3/60

Результати досліджень підтвердили, що підріст і самосів зосереджені в основному на лежачих стовбурах IV стадії розкладання, тому від обсягу останніх значною мірою залежить успішність проходження процесу природного поновлення. Оскільки досліджений смерековий праліс знаходиться у ранній фазі старіння, лежачих мертвих дерев на ділянці доволі мало, тому процес природного поновлення поки-що проходить незадовільно.

Досліджений деревостан, що перебуває у ранній фазі старіння, характеризується відносно подібним розподілом підросту за висотними групами. Стан підросту добрий. Частка рослин з механічними пошкодженнями та пошкоджених дикими тваринами невелика.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стойко, С. М. (2002). Пралісові екосистеми України, їх багатогранне значення та охорона. *Лісівнича академія наук України: Наукові праці*, 1, 27–31.
2. Leibundgut, H. (1993). *Europäische Urwälder: Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft*. Bern; Stuttgart; Wien : Haupt. ISBN 3-258-04713-8

ECOLOGICAL STRATEGIES OF AQUATIC MACROPHYTES IN THE PRIPYAT RIVER BASIN. III. FUNCTIONAL TRAIT VARIATION WITHIN THE R–K–S CONTINUUM: FAMILY POTAMOGETONACEAE

GROKHOVSKA Yuliia,
VOLODYMYRETS Vitaliy,
KONONTSEV Serhii

National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine,
e-mail: y.r.grokhovska@nuwm.edu.ua

Freshwater ecosystems are among the most vulnerable components of global biodiversity, increasingly affected by eutrophication, hydrological alteration, climate change, and anthropogenic landscape transformation [12]. Aquatic macrophytes play essential structural and functional roles in these ecosystems by regulating nutrient cycling, stabilizing sediments, providing habitats for aquatic organisms, and influencing ecosystem productivity [1, 2, 8].

Among aquatic macrophytes, the family Potamogetonaceae comprises submerged and heterophyllous aquatic plants typical of lotic and lentic habitats. These characteristics make Potamogetonaceae a suitable model group for studying plant adaptations to aquatic environments and their responses to anthropogenic pressures and climate change [7].

In recent decades, functional trait-based ecology has become an important framework for understanding ecological processes, species coexistence, and ecosystem resilience [5, 9]. Functional traits represent morphological, physiological, and ecological characteristics that influence plant performance and adaptation to environmental conditions. In aquatic ecosystems, traits such as growth form, clonality, reproductive strategy, dispersal mode, leaf morphology, plant size, and ecological strategy are particularly important because they determine species responses to hydrological fluctuations, nutrient availability, and habitat disturbance.

Trait-based functional approaches are increasingly applied in freshwater ecology and biodiversity assessment because they enable the identification of ecological strategies, evaluation of functional diversity, and assessment of ecosystem stability under environmental change [3].

In this study, ecological strategies are interpreted within the previously proposed r–K–S continuum integrating elements of the r/K framework, CSR theory [6, 11, 13], and trait-based approaches. Functional trait variation was considered along continuous ecological gradients rather than as discrete strategy categories. The proposed r–K–S continuum integrates ruderal (r), competitive (K), and stress-tolerant (S) components into a unified functional strategy space for aquatic macrophytes.

The present study examines functional trait variation of Potamogetonaceae in the Styr–Horyn part of the Pripjat River basin, one of the largest transboundary wetland systems in Eastern Europe. The analysis was based on functional traits related to growth form, clonality, reproductive strategy, dispersal mode, plant size, leaf morphology, ecological strategy, and habitat preferences [4].

As a result of floristic investigations during 2010–2025, at least 12 species and one hybrid (*Potamogeton* × *salicifolius* Wulfen) belonging to the family Potamogetonaceae were recorded in the study region. All 12 species were found within Volyn Polesia, whereas 10 species occurred in Zhytomyr Polesia and 9 species in Volyn Upland and Male Polesia. Water bodies located in the southern part of the study area (Volyn Upland and Male Polesia) are exposed to higher anthropogenic pressure associated with intensive land use and urbanization.

This paper presents the third family in a series of papers on aquatic plant strategies.

The analysis showed that the competitive component of the r–K–S continuum included *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. natans*, and *P. nodosus*. These species are characterized by relatively large size, broad entire leaves, and well-developed vegetative reproduction. They are mainly associated with meso- to eutrophic waters, exhibit heliophytic or intermediate light adaptations, and occur under relatively low-stress conditions. Their functional traits suggest adaptation to relatively stable and nutrient-rich aquatic habitats.

The competitive-ruderal strategy combinations (K–r / r–K block) included *P. crispus* and *Stuckenia pectinata*. These species generally possess narrower leaves and smaller or more flexible growth forms. Their functional traits are consistent with adaptation to environmentally variable aquatic habitats characterized by eutrophication, fluctuations in water level and transparency, and periodic hydrodynamic disturbance [4, 10]. *S. pectinata* appears to represent a transitional competitive-ruderal/stress-tolerant strategy, combining high ecological plasticity with tolerance to fluctuating and nutrient-enriched conditions.

Intermediate and mixed strategy groups included *P. friesii*, *P. obtusifolius*, *P. gramineus*, *P. praelongus*, *P. compressus*, and *P. berchtoldii*. These species occupied intermediate positions along the r–K–S continuum and combined

traits associated with both competitive and stress-tolerant ecological syndromes. They were generally associated with mesotrophic or moderately disturbed habitats and exhibited moderate plant size, intermediate light adaptations, and mixed reproductive strategies. Their functional characteristics suggest adaptation to environments with fluctuating nutrient availability, variable water levels, and moderate hydrological disturbances. *P. gramineus* was distinguished by heterophylly and relatively high ecological plasticity, whereas *P. compressus* and *P. berchtoldii* were associated with narrower leaf morphology and more flexible growth forms. *P. praelongus* showed several traits linked to more stable and moderately nutrient-poor aquatic habitats, indicating a partial shift toward stress-tolerant strategy components.

Species with broader geographical and ecological distribution were generally associated with competitive or competitive-ruderal trait combinations. In contrast, species with restricted distribution tended to occupy more intermediate or partially stress-tolerant positions along the r–K–S continuum.

Overall, the proposed r–K–S continuum represents an integrated functional strategy space combining elements of the classical r/K selection framework with stress-tolerance concepts derived from CSR-type ecological models. It provides a framework for interpreting ecological adaptation patterns of aquatic macrophytes under varying environmental conditions and may be applied in biomonitoring, habitat assessment, restoration ecology, and prediction of vegetation responses to eutrophication and hydrological disturbance. Species positions within the multidimensional r–K–S space reflect the balance between competitive ability, disturbance tolerance, and stress adaptation, allowing identification of ecological shifts in aquatic ecosystems.

The analyzed representatives of Potamogetonaceae demonstrated substantial functional divergence despite close taxonomic relatedness. The studied species occupied a continuous multidimensional r–K–S space rather than forming discrete ecological groups, reflecting gradual variation in ecological strategies among closely related submerged macrophytes. The identified trait combinations corresponded to gradients of trophic conditions, habitat stability, light availability, and disturbance regimes in freshwater ecosystems of the Pripyat River basin. Most species were associated with competitive and competitive-ruderal strategy combinations, whereas stress-tolerant components were represented mainly by intermediate or mixed functional syndromes.

The obtained results demonstrate the potential of trait-based approaches for analyses of ecological strategies, functional diversity, and niche differentiation of aquatic macrophytes in freshwater ecosystems.

REFERENCES

1. Bornette, G., & Puijalon, S. (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: A review. *Aquatic Sciences*, 73(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00027-010-0162-7>
2. Carpenter, S. R., & Lodge, D. M. (1986). Effects of submersed macrophytes on ecosystem processes. *Aquatic Botany*, 26, 341–370. [https://doi.org/10.1016/0304-3770\(86\)90031-8](https://doi.org/10.1016/0304-3770(86)90031-8)
3. Cheng, C., Chen, J., Su, H., Chen, J., Rao, Q., Yang, J., Chou, Q., Wang, L., Deng, X., & Xie, P. (2023). Eutrophication decreases ecological resilience by reducing species diversity and altering functional traits of submerged macrophytes. *Global Change Biology*, 29, 5000–5013. <https://doi.org/10.1111/gcb.16872>
4. Database of European Vegetation, Habitats and Flora. (n.d.). Retrieved May 7, 2026, from <https://floraveg.eu>
5. Díaz, S., Kattge, J., Cornelissen, J. H. C., Wright, I. J., Lavorel, S., Dray, S., Reu, B., Kleyer, M., Wirth, C., Prentice, I. C., Garnier, E., Bönsch, G., Westoby, M., Poorter, H., Reich, P. B., Moles, A. T., Dickie, J., Zanne, A. E., Chave, J., ... Zotz, G. (2022). The global spectrum of plant form and function: enhanced species-level trait dataset. *Scientific Data*, 9(1), 755. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01774-9>
6. Grime, J. P. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111(982), 1169–1194. <https://doi.org/10.1086/283244>
7. Kaplan, Z. (2002). Phenotypic plasticity in *Potamogeton* (Potamogetonaceae). *Folia Geobotanica*, 37(2), 141–170. <https://doi.org/10.1007/BF02804229>
8. Lacoul, P., & Freedman, B. (2006). Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews*, 14(2), 89–136. <https://doi.org/10.1139/a06-001>
9. Moor, H., Rydin, H., Hylander, K., Nilsson, M. B., Lindborg, R., & Norberg, J. (2017). Towards a trait-based ecology of wetland vegetation. *Journal of Ecology*, 105(6), 1623–1635. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12734>
10. Nichols, S. A., & Shaw, B. H. (1986). Ecological life histories of the three nuisance plants, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus* and *Elodea canadensis*. *Hydrobiologia*, 131, 3–21. <https://doi.org/10.1007/BF00008319>
11. Pianka, E. R. (1970). On r- and K-selection. *The American Naturalist*, 104(940), 592–597. <http://www.jstor.org/stable/2459020>
12. Romanenko, V. D. (2001). Osnovy hidroekolohiyi [Fundamentals of hydroecology]. Oberehy. (In Ukrainian)
13. Yang, Q., Liu, Y., Zhang, H., Gong, Q., Geng, K., Su, Y., Li, K., Yue, C., & Guan, B. (2025). Eutrophication promoted the change of macrophyte community from R strategy to C strategy in Lake Taihu. *Ecological Indicators*, 174, 113484. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.113484>

ADAPTIVE AND CLOSE-TO-NATURE FORESTRY AS A BASIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE FORESTRY SECTOR IN UKRAINE

¹IGNATENKO Vasyl,
²KUNTSEVSKIY Dmytro

¹Krasnotrostanets Branch of UkrNDILGA, Trostyanets, Ukraine,
 e-mail: ignatenko_43@ukr.net

²Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
 e-mail: kyncevskiy@ukr.net

Historically, Ukraine's forestry sector has developed according to an intensive management model, relied primarily on the establishment of forest plantations as the main method of reforestation [1, 2]. While this approach ensured rapid resource regeneration, it did not always take into account the natural mechanisms governing the functioning of forest ecosystems. In the current context of global climate change and the degradation of natural resources, there is a need to transition to adaptive forestry based on natural forest development patterns [3]. One of the key directions of this transition is the implementation of the principles of nature-based forestry.

To address this issue, a study was conducted at the Krasnotrostanets Branch of UkrNDILGA (Sumy Oblast, Ukraine) to study the impact of ecological factors on the natural regeneration of *Quercus robur* L. in a young maple-linden oak forest, as well as to optimize the cultivation of oak plantations.

Seed regeneration was studied under the following conditions:

- 1) in stands with a first-storey density of 0.8, a second storey, and an understory;
- 2) in the same type of stand, but with the understory cleared;
- 3) in the same stand, but without undergrowth and a second storey;
- 4) in the same stand, but with the undergrowth and second storey removed and the first storey thinned to a density of 0.4.

Particular attention was paid to assessing microclimatic conditions (light, temperature, humidity); analyzing the impact of stand structure and density; studying methods to promote natural regeneration; and evaluating the effectiveness of various types of cutting.

Studies have shown that stand density and stratification significantly influence the microclimate: in stands with a density of 0.8, only 4.5% of solar radiation penetrates the canopy; with thinning and simplification of the structure, light penetration increases by 2-6 times; soil temperature increases by 1.5-3.7°C; air humidity is higher in dense stands; conversely, soil moisture increases as stand density decreases. Accordingly, thinning of stands creates more favorable conditions for the growth of *Q. robur*, especially at the early stages of development.

Under conditions of varying stand density and structure, the effectiveness of different methods of sowing oak acorns was studied, revealing significant differences in germination and regeneration development. The least effective method was surface sowing on the litter (0-0.2% emergence). The application of active soil preparation techniques increased efficiency: dibbling ensured 15% emergence, soil loosening – 25%, and deep tillage with isolation – up to 34%. At the same time, significant losses were caused by mice: up to 95% of seedlings in dense stands versus 15% in thinned ones. The best viability indicators were obtained on plots with deep soil tillage. In the second year, the density of young oaks reached approximately 10,000 individuals per hectare. Light availability proved to be an important factor: in dense stands, growth was minimal (1 cm), whereas in thinned stands it reached up to 7 cm, with heights up to 70 cm. The results showed that without thinning, natural regeneration remains ineffective, whereas regulating stand structure ensures the preservation of up to 20% of viable regeneration, confirming its key importance for sustainable forest restoration.

Based on the research results, it was determined that the most effective measure is the dibbling of acorns 1–2 years prior to logging, followed by the release (light improvement) of regeneration.

Long-term studies of different types of felling (clear-cutting and shelterwood systems) showed that: shelterwood cuttings ensure gradual formation of regeneration; after completion of cuttings, up to 10 thousand *Q. robur* per hectare are preserved, which is sufficient for stand formation; clear-cutting results in a greater amount of regeneration (up to 22.8 thousand per hectare); in the absence of felling, natural regeneration practically does not occur.

An important conclusion is that shading by herbaceous vegetation is less critical for *Q. robur* than shading by trees.

The results are important for the transition to sustainable forest management:

1. Reorientation from artificial plantations to natural regeneration reduces costs and increases forest resilience.
2. Optimization of stand structure provides better conditions for natural regeneration and adaptation to climate change.

3. Implementation of selective and shelterwood cuttings allows the formation of uneven-aged, more stable ecosystems.

4. Consideration of ecological factors makes it possible to predict regeneration success and improve management efficiency.

Thus, the transition to close-to-nature forestry is a key prerequisite for sustainable development of Ukraine's forestry sector. The research results demonstrate that effective natural regeneration of *Q. robur* is possible only through optimization of stand structure, regulation of light conditions, and the application of scientifically grounded methods of regeneration support. The integration of adaptive forest management approaches with consideration of natural processes will enable the formation of stable, productive, and ecologically balanced forest ecosystems, in line with the principles of sustainable development.

REFERENCES

1. Розвиток лісгосподарської справи в Україні. За ред. П. Г. Вакулюка. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018, 212 с.
2. Ведмідь М.М., Дебринюк Ю.М., Юхновський В.Ю., Распопіна С.П., Біла Ю.М. (2019). Основні засади стратегії лісорозведення в Україні. Наукові праці Лісівничої академії наук України, вип. 19, 89-99
3. Маурер, В. М., Гордієнко, М. І., Бровко, Ф. М., Фучило, Я. Д., Пінчук, А. П., Кичиліюк, О. В., & Іванюк, І. В. (2009). Теоретичні та технологічні основи відтворення лісів на засадах екологічно орієнтованого лісівництва. *Науково-технічна інформація. Вип.*, 2.

ОЦІНКА ВАРТОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ЗЕМЕЛЬНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТЕРИТОРІАЛЬНИХ ГРОМАД У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

**КАПІНОС Наталія,
СКЛЯР Юрій,
СКЛЯР Вікторія**

*Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
e-mail: natawakapinos75@gmail.com*

Зі зростанням масштабів воєнного впливу, різноманітності форм пошкодження природних комплексів [1-3] та у зв'язку із цим ускладнення функціонування низки територіальних громад, особливої актуальності набуває комплексна оцінка вартості відновлення земельно-ресурсного потенціалу територій і землекористувань як основа для прийняття ефективних управлінських, землепорядних та інвестиційних рішень у післявоєнний період. Така оцінка має бути спрямована на мінімізацію наслідків бойових дій, ліквідацію деградаційних процесів, відновлення продуктивності земель, ґрунтів, природних ресурсів та екосистемних функцій територій [4]. Сучасні підходи до оцінки стану земельно-ресурсного потенціалу базуються на узагальненні взаємозв'язків типу «вплив – втрати – вартість відновлення» за різних форм антропогенного та воєнного навантаження [5]. Водночас у післявоєнних умовах важливим є врахування просторової неоднорідності пошкоджень, відмінностей у природно-ресурсному потенціалі громад та їх фінансових можливостей щодо реалізації відбудовчих заходів.

Оцінку спроможності територіальної громади чи окремого землекористування до відновлення доцільно визначати шляхом зіставлення змін стану земельно-ресурсного потенціалу та рівня пошкоджень, що спричинили ці зміни. Як інтегральний показник пропонується використовувати індекс стійкості (I_{cm}), який визначається за формулою:

$$I_{cm} = 1 - \Delta E_{cm.3} / \Delta A_{nav.3},$$

де $\Delta E_{cm.3}$ – відносна зміна показника екологічної стабільності стану екосистеми землекористування;
 $\Delta A_{nav.3}$ – відносна зміна рівня антропогенного навантаження на екосистему землекористування [6].

Територія вважається відновлюваною, якщо значення індексу I_{cm} наближається до одиниці, тобто втрати потенціалу є меншими за масштаб пошкодження та можуть бути компенсовані шляхом реалізації комплексу відновлювальних заходів. Якщо ж $\Delta E_{cm.3} \rightarrow \Delta A_{nav.3}$, то $I_{cm} \rightarrow 0$, це свідчить про критичний стан земельних ресурсів та необхідність значних капіталовкладень у відновлення. Доцільність використання такого показника полягає у можливості порівняння різних територій між собою, ранжування громад за рівнем потреби у фінансуванні та формування черговості реалізації проектів відновлення.

Аналіз відновлюваності конкретного землекористування може ефективно застосовуватися для визначення пріоритетності фінансування, черговості рекультивації, консервації чи реорганізації територій, а також для нормування допустимого навантаження у післявоєнний період. Вважаємо, що при цьому доцільно використовувати відповідні підходи.

Перший підхід ґрунтується на аналізі залежності «рівень пошкодження – вартість відновлення», що пов'язує масштаби руйнувань як вхідний параметр із витратами на відновлення як вихідним параметром. При досягненні критичної точки подальше зростання пошкоджень спричиняє непропорційне збільшення вартості відновлення та втрат функціональності території.

Другий підхід передбачає визначення граничного рівня пошкодження, за якого система землекористування ще здатна самостійно або за мінімальної підтримки повернутися до продуктивного стану. Якщо рівень пошкодження нижчий за критичний, потреба у витратах є локальною та обмеженою.

Третя група методів виходить із того, що нормативи відновлення мають визначатися межами допустимих змін параметрів земельних ресурсів, за яких не втрачається їх економічна, екологічна та соціальна функціональність. Зокрема, допустимим може вважатися такий рівень зниження продуктивності земель, який не перевищує 20% від довоєнного стану. Водночас при визначенні вартості відновлення доцільно враховувати не лише прямі витрати на рекультивацію, а й втрати майбутніх доходів від використання земель, недоотримані податкові надходження та витрати на екологічний моніторинг.

Ступінь відновлюваності територій пов'язується із величиною резерву відновлення, що оцінюється як різниця між поточним станом земельно-ресурсного потенціалу та гранично допустимим станом, після якого територія втрачає здатність до самовідновлення. Для цього використовуються показники деградованості земель, забруднення, порушення інфраструктури, втрати родючості ґрунтів, зниження урожайності та економічної ефективності землекористування. Важливим доповненням є застосування геоінформаційних технологій, дистанційного зондування Землі та кадастрових даних, що забезпечує оперативність оцінювання та просторову точність результатів.

У свою чергу, при цьому доцільно виокремити чотири зони стану територіальних громад та землекористувань у післявоєнний період:

- **зона норми** – території з незначними пошкодженнями, що здатні функціонувати та відновлюватися без істотних капіталовкладень;
- **зона ризику** – території з частковими порушеннями земельно-ресурсного потенціалу, де відновлення можливе за умови реалізації локальних природоохоронних та інфраструктурних заходів;
- **зона кризи** – території зі значними пошкодженнями, для яких необхідні комплексні землевпорядні, рекультиваційні та інвестиційні програми відновлення;
- **зона лиха** – території з майже незворотними руйнуваннями земельних ресурсів та інфраструктури, де потрібна повна трансформація системи землекористування або довгострокова консервація.

Межі цих зон встановлюються залежно від частки деградованих, забруднених, замінованих чи непридатних до використання земель, а також від орієнтовної вартості їх відновлення. Наприклад, до зони норми можуть належати території з пошкодженням до 5% площі, до зони ризику – 5-20%, до зони кризи – 20-50%, а понад 50% – до зони екологічного та економічного лиха.

Отже, розробка науково-прикладних засад оцінки вартості відновлення земельно-ресурсного потенціалу територіальних громад та землекористувань у післявоєнний період є необхідною передумовою для формування ефективної державної та місцевої політики відбудови. Запропоновані підходи дають можливість обґрунтовано визначати масштаби втрат, пріоритетність відновлювальних заходів, обсяги фінансування та напрями раціонального використання земельних ресурсів, забезпечуючи баланс між екологічною, економічною й соціальною складовими сталого розвитку територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василюк, О., & Норенко, К. (2019). Вплив військової діяльності на природу України: посібник [за заг. ред. О. Кравченко]. Видавництво «Компанія "Манускрипт"» Львів, 68.
2. Скляр, В. Г., & Скляр, Ю. Л. (2024). Проблеми збереження та екоконтролю прикордонних територій природно-заповідного фонду в сучасних умовах. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія, 55(1), 144-150. <https://doi.org/10.32782/agrobio.2024.1.19>
3. Skliar, V., Kapinos, N., Sherstiuk, M., Kuntsevskiy, D., & Kovalchuk, N. (2025). The impact of forest fires on ecosystem. Ukrainian Journal of Forest and Wood Science, 16(2), 99 -114. doi: 10.31548/forest/2.2025.99.
4. Третяк, В.М., Скляр, Ю.Л., & Капінос, Н.О. (2023). Стале (збалансоване) землекористування як фактор розвитку економіки сільських територій в Україні у повоєнний період. Агросвіт. № 3-4, 10-17. DOI: 10.32702/2306-6792.2023.3-4.10
5. Julien, E., Boobis, A. R., & Olin S. S. (2009). The ILSI Research Foundation Threshold Working Group. The Key Events Dose-Response Framework: A Cross-Disciplinary Mode-of-Action Based Approach to Examining Dose-Response and Thresholds. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 49, 682–689. doi: 10.1080/10408390903110692.
6. Третяк, А.М., Третяк, Р.А., & Шквир М.І. (2001). Методичні рекомендації оцінки екологічної стабільності агроландшафтів та сільськогосподарського землекористування. Київ, 15.

УДОСКОНАЛЕННЯ БІОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ У СИСТЕМІ СТАЛОГО ВЕДЕННЯ МИСЛИВСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ЗВЕНИГОРОДСЬКОГО НАДЛІСНИЦТВА

¹КЛЮЧКА Світлана,

²ЧЕМЕРИС Інгріда

Черкаський державний технологічний університет, Черкаси, Україна

¹e-mail: svitkl@ukr.net ²e-mail: ichemerys@ukr.net

В умовах зростаючого антропогенного навантаження на мисливські угіддя важливого значення набуває впровадження комплексу біотехнічних заходів, які є дієвим інструментом підвищення ефективності ведення мисливського господарства. Їх застосування сприяє не лише збереженню, а й стабілізації та збільшенню чисельності основних видів мисливської фауни, підтриманню оптимальної щільності популяцій та покращенню умов існування тварин. Саме системне проведення біотехнічних заходів забезпечує можливість підтримання високої чисельності диких тварин у межах мисливських господарств спортивного та рекреаційного спрямування. Мисливське господарство є важливою складовою системи раціонального природокористування та одним із провідних видів спеціального використання ресурсів тваринного світу. Воно спрямоване на забезпечення господарських, рекреаційних, екологічних та соціальних потреб населення шляхом регульованого використання мисливської фауни [1, 2]. Метою дослідження є обґрунтування оптимальних показників чисельності та щільності основних видів мисливських тварин у лісових угіддях Звенигородського надлісництва, а також аналіз особливостей впровадження біотехнічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності, відтворення та збереження мисливської фауни.

Мисливські угіддя Звенигородського надлісництва характеризуються сприятливими природно-кліматичними та кормовими умовами для ведення мисливського господарства щодо козулі європейської, кабана дикого, зайця-русака та водоплавної дичини. У зв'язку з цим особливу увагу необхідно приділяти організації та своєчасному проведенню біотехнічних заходів, спрямованих на підтримання чисельності мисливських тварин на оптимальному рівні та збереження їх ресурсного потенціалу. Викладання кормів у роки з типовими кліматичними умовами доцільно проводити наприкінці зимового періоду та на початку весни, коли природна кормова база є найбільш обмеженою. У разі виникнення екстремальних погодних явищ, зокрема значних снігопадів, утворення льодової кірки чи тривалих морозів, підгодівлю мисливських тварин необхідно організовувати оперативно, одразу після погіршення погодних умов, що сприятиме зниженню зимової смертності та підтриманню фізіологічного стану популяцій. Звенигородське надлісництво є постійним користувачем мисливських угідь та володіє необхідним кадровим потенціалом для ефективного ведення й подальшого розвитку мисливського господарства. У господарстві реалізується комплекс організаційно-господарських і біотехнічних заходів, спрямованих на покращення умов існування мисливської фауни, підвищення рівня її охорони та забезпечення стабільного відтворення популяцій мисливських тварин. Основною метою зазначених заходів є оптимізація чисельності основних видів мисливської фауни та створення сприятливих умов для їх існування й відтворення. Охорона мисливських угідь здійснюється егерською службою Звенигородського надлісництва, працівники якої систематично проводять рейдові перевірки з метою виявлення порушень правил полювання, фактів незаконного добування мисливських тварин та інших проявів браконьєрства. Значна увага приділяється контролю за дотриманням вимог природоохоронного та мисливського законодавства в період проведення полювань. Щорічно підприємством передбачаються фінансові витрати на проведення заходів із охорони, відтворення та збереження мисливської фауни, що здійснюються відповідно до вимог Закону України «Про мисливське господарство та полювання» та Закону України «Про тваринний світ». Реалізація таких заходів сприяє підтриманню екологічної рівноваги мисливських угідь, збереженню біорізноманіття та підвищенню ефективності ведення мисливського господарства. Мисливські угіддя Звенигородського надлісництва характеризуються сприятливими природно-кліматичними та кормовими умовами для ведення мисливського господарства, зокрема щодо козулі європейської, кабана дикого, зайця-русака та водоплавної дичини. Наявна структура угідь забезпечує достатню кормову базу, захисні умови та відповідні стаціональні особливості для існування й відтворення основних видів мисливської фауни. З метою підтримання чисельності мисливських тварин на оптимальному рівні особливу увагу необхідно приділяти впровадженню комплексу біотехнічних заходів, спрямованих на збереження та відтворення ресурсів мисливської фауни. Важливе значення мають організація підгодівлі, створення кормових полів, облаштування солонців, підтримання належного санітарного стану угідь та забезпечення охорони тварин у несприятливих періодах року. У роки з типовими кліматичними умовами викладання кормів доцільно проводити наприкінці зимового періоду та на початку весни, коли природна кормова база є найбільш виснаженою. У періоди екст-

ремальних погодних умов, зокрема після значних снігопадів, утворення льодової кірки або тривалих морозів, проведення біотехнічних заходів необхідно організовувати невідкладно. Своєчасна підгодівля та підтримання кормової доступності сприяють зниженню зимової смертності тварин, покращенню їх фізіологічного стану та збереженню стабільності популяцій у межах мисливських угідь.

Отже, результати проведених досліджень свідчать про достатньо високий рівень організації та інтенсивності ведення мисливського господарства в межах Звенигородського надлісництва. Господарство характеризується ефективною системою управління мисливськими угіддями, раціональним використанням природних ресурсів та дотриманням принципів сталого природокористування. У надлісництві систематично проводяться обліки чисельності мисливської фауни, здійснюються заходи з охорони, підгодівлі та відтворення мисливських тварин, а також впроваджується комплекс біотехнічних заходів, спрямованих на покращення умов існування диких тварин та підтримання стабільності їх популяцій. Значна увага приділяється охороні мисливських угідь від браконьєрства, регулюванню антропогенного навантаження та збереженню кормової бази. Звенигородське надлісництво може слугувати прикладом екологічно орієнтованого підходу до ведення мисливського господарства, оскільки впроваджувані заходи забезпечують збереження біорізноманіття, покращення якісного стану мисливських угідь та підтримання оптимальної чисельності основних видів мисливської фауни. Такий підхід сприяє формуванню екологічно збалансованої моделі мисливського господарювання та може бути рекомендований для практичного впровадження в інших регіонах України. За підсумками бонітування мисливських угідь встановлено, що переважна частина території характеризується високим рівнем продуктивності: близько 60 % угідь належать до I та II класів бонітету. Це свідчить про сприятливі природно-кліматичні, кормові та захисні умови для існування основних видів мисливських тварин, а також підтверджує ефективність ведення мисливського господарства в межах надлісництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біотехнічні заходи в мисливському господарстві – мисливський туризм. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/biotehnicni-zahodi-v-mislivskomu-gospodarstvi.html>. Дата звернення: 20.04.2026.
2. Проект організації та розвитку лісового господарства Державного підприємства «Звенигородське лісове господарство» Черкаського обласного управління лісового та мисливського господарства. Державне агентство лісових ресурсів України, Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання, Українська лісовпорядна експедиція. Ірпінь. (2019) 244 с.
3. Григор'єв, О.Я. & Гноєвий, І.В. (2020) Довідник з годівлі тварин в умовах штучно створеного середовища. Харків. 212 с.
4. Користувачі мисливських угідь Вінниччини, Кіровоградщини, Черкащини порахували звірів у лісах регіону. Центральнo-Західне міжрегіональне управління лісового та мисливського господарства (2025) Режим доступу : https://cw.forest.gov.ua/no_cache/pres-sluzhba/novina/article/koristuvachi-mislivskikh-ugid-vinnichchini-kirovogradshchini-cherkashchini-p. Дата звернення: 20.04.2026.

РОЛЬ БУФЕРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У ДОСЯГНЕННІ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТА АДАПТАЦІЇ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

**КЛИМЕНКО Микола,
БУДНІК Зінаїда**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна,
e-mail: z.m.budnik@nuwm.edu.ua*

У сучасних умовах глобальних кліматичних трансформацій, інтенсивного антропогенного навантаження та деградації природних ресурсів особливого значення набуває проблема збереження та відновлення лісових екосистем. Ліси є одним із найважливіших компонентів природного середовища, що забезпечують стабільність біосфери, підтримання екологічної рівноваги та формування сприятливих умов для життєдіяльності населення. У контексті реалізації Цілей сталого розвитку особливої актуальності набуває дослідження буферних властивостей лісових екосистем, які визначають їх здатність пом'якшувати негативний вплив природних і антропогенних чинників, забезпечувати адаптацію до кліматичних змін та підтримувати екологічну стійкість територій.

Буферні властивості лісових екосистем проявляються у здатності лісових насаджень регулювати водний баланс, зменшувати ерозійні процеси, акумулювати вуглець, очищувати атмосферне повітря та підтримувати біорізноманіття. Завдяки складній структурі та високому рівню біологічної продуктивності ліси виконують функцію природного бар'єра, який пом'якшує вплив несприятливих екологічних чинників. Особливо важливою є роль лісів у регулюванні кліматичних процесів, оскільки вони виступають одним із основних природних резервуарів поглинання вуглекислого газу та зниження концентрації парникових газів у атмосфері.

Зміна клімату супроводжується зростанням середньорічної температури повітря, збільшенням частоти посух, паводків, буревіїв та інших небезпечних природних явищ. У таких умовах буферні функції лісових екосистем набувають стратегічного значення для забезпечення екологічної безпеки та адаптації природного середовища до нових кліматичних умов. Лісові насадження сприяють стабілізації мікроклімату, регулюванню температурного режиму, підвищенню вологості повітря та зменшенню ризиків деградації ґрунтів. Особливу роль у цьому процесі відіграють захисні ліси, прибережні лісові смуги та водоохоронні насадження, які забезпечують підтримання гідрологічного режиму територій та запобігають розвитку ерозійних процесів.

Однією з ключових функцій лісових екосистем є регулювання водного режиму. Ліси здатні акумулювати значні обсяги атмосферних опадів, забезпечувати поступове надходження води до водних об'єктів та зменшувати поверхневий стік. Це сприяє попередженню паводків, замулення річок та виснаження водних ресурсів у посушливі періоди. Лісові екосистеми також виконують важливу ґрунтозахисну функцію, оскільки коренева система дерев закріплює ґрунт і зменшує ризики водної та вітрової ерозії. У сучасних умовах деградації земель буферні властивості лісів є одним із головних чинників підтримання екологічної стійкості агроландшафтів.

У системі реалізації Цілей сталого розвитку буферні властивості лісових екосистем безпосередньо пов'язані із досягненням ЦСР 13 «Боротьба зі зміною клімату», ЦСР 15 «Захист та відновлення екосистем суші», а також ЦСР 6 «Чиста вода та належні санітарні умови». Ліси відіграють ключову роль у забезпеченні екологічної стабільності територій, покращенні якості атмосферного повітря, збереженні водних ресурсів та підтриманні сприятливих умов для життєдіяльності населення. Крім того, екосистемні послуги лісів мають важливе соціально-економічне значення, оскільки сприяють розвитку рекреаційної діяльності, збереженню природної спадщини та підвищенню якості життя населення.

В умовах воєнного впливу на довкілля України проблема збереження буферних властивостей лісових екосистем набуває особливого значення. Руїнування лісових масивів, пожежі, забруднення територій та порушення природних ландшафтів призводять до втрати екологічної стійкості регіонів та посилення негативних наслідків кліматичних змін. Відновлення лісових екосистем повинно здійснюватися на основі принципів сталого природокористування, екосистемного підходу та інтегрованого управління природними ресурсами.

Одним із перспективних напрямів підвищення буферної здатності лісів є впровадження сучасних методів моніторингу та просторового аналізу. Використання геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі та математичного моделювання дозволяє оцінювати стан лісових екосистем, визначати рівень антропогенного навантаження та прогнозувати можливі зміни природного середовища. Це створює наукову основу для формування ефективної системи управління лісовими ресурсами та розроблення заходів адаптації до кліматичних змін.

Важливим напрямом забезпечення буферності лісових екосистем є створення захисних лісових смуг, розширення природоохоронних територій, відновлення деградованих лісів та формування екологічних коридорів.

Реалізація таких заходів сприятиме підвищенню екологічної стійкості територій, збереженню природних ресурсів та зменшенню ризиків виникнення екологічних кризових явищ.

Таким чином, буферні властивості лісових екосистем є важливим чинником забезпечення екологічної безпеки, адаптації до кліматичних змін та реалізації Цілей сталого розвитку. Їх збереження та відновлення повинні стати одним із пріоритетних напрямів екологічної політики України. Ефективне управління лісовими ресурсами, впровадження екосистемного підходу та розвиток природоохоронної інфраструктури сприятимуть формуванню стійких природних систем і забезпеченню збалансованого розвитку держави.

ВИКОРИСТАННЯ *ANEMONE SYLVESTRIS* L. У ФІТОЦЕНОКОМПОЗИЦІЯХ МІСЬКОГО ОЗЕЛЕНЕННЯ

¹КЛИМЕНКО Ігор,
²КИРИЛЬЧУК Катерина

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна,
¹e-mail: akadem.publik.info@gmail.com, ²ekaterinakir2017@gmail.com

Сучасні підходи до озеленення міських територій дедалі більше орієнтовані на використання аборигенних видів рослин, здатних формувати стійкі фітоценокомплекс з мінімальними витратами на догляд. В умовах урбанізованого середовища особливого значення набувають види, що поєднують декоративність із високою екологічною пластичністю. Одним із перспективних у цьому аспекті є *Anemone sylvestris* L. – представник родини Ranunculaceae, який поширений на території України та водночас є регіонально рідкісним видом, що підлягає охороні, зокрема на території Сумської області [1].

Anemone sylvestris L. – багаторічна трав'яниста рослина з добре розвиненим кореневищем, що забезпечує вегетативне розмноження та формування щільних куртин. Висота рослин становить 20–40 см. Листки прикореневі, глибоко розсічені, декоративні протягом усього вегетаційного періоду. Квітки великі, поодинокі, білі, з приємним ароматом; період цвітіння припадає на травень–червень [2, 6, 8]. Сучасні дослідження підтверджують, що вид формує стабільні популяції у ксеротермічних біотопах та чутливо реагує на зміни рослинного покриву й умов середовища, що впливає на його популяційну динаміку [5, 7]. У природних умовах вид зростає на узліссях, відкритих схилах, у світлих лісах та степових біотопах. Для нього характерні світлолюбність, посухостійкість і невибагливість до ґрунтових умов. Найкраще розвивається на добре дренованих, помірно бідних ґрунтах, що обумовлює його високу адаптивність до умов міського середовища [2].

З огляду на екологічні особливості та декоративні якості, *A. sylvestris* є перспективним видом для створення природоорієнтованих квітникових композицій у межах міста. Його доцільно використовувати у складі квітників природного типу, екологічних (натуралістичних) композицій, степових та лучних фітоценокомплексів, а також при озелененні паркових і рекреаційних зон і формуванні напівприродних озеленювальних систем. У межах м. Суми цей вид активно використовується в озелененні територій, зокрема на клумбах та в декоративних насадженнях, що підтверджує його адаптивність до урбанізованих умов і високу декоративну цінність. Подібні підходи застосовуються і в інших містах, де *A. sylvestris* використовується як декоративний багаторічник у парках, садах природного типу та міксбордерах. Широке культивування виду в Європі як елемента природоорієнтованого озеленення підкреслює його універсальність і перспективність для сучасного міського середовища [3]. Вид здатний формувати стабільні ценопопуляції, що забезпечує довготривале існування насаджень без необхідності частого оновлення [4].

У складі фітоценокомплексів *A. sylvestris* може виконувати функції домінанта або субдомінанта, особливо у весняний період. Завдяки здатності до куртиноутворення, вид ефективно формує ґрунтопокриттєвий ярус і забезпечує структурну цілісність угруповання.

Він добре поєднується з іншими аборигенними видами, зокрема представниками родин *Roaceae*, *Asteraceae* та *Lamiaceae*, що дозволяє створювати стійкі багатовидові композиції з високим рівнем біорізноманіття. До основних переваг *A. sylvestris* у міському озелененні належать висока декоративність у період цвітіння, адаптованість до посушливих і стресових умов, невибагливість у догляді, здатність до самопідтримання популяції, а також екологічна доцільність використання аборигенних видів, що сприяє збереженню біорізноманіття в межах урбанізованих територій. Водночас, попри значні переваги, використання виду має певні обмеження: він є чутливим до надмірного зволоження ґрунту, може пригнічуватися у щільно зімкнутих насадженнях і є вразливим до витоптування в зонах інтенсивного рекреаційного навантаження. Ці фактори необхідно враховувати при проектуванні озеленювальних об'єктів.

A. sylvestris є перспективним компонентом фітоценокомпозицій міського озеленення природного типу. Поєднання декоративних властивостей і екологічної стійкості забезпечує формування стабільних і довговічних рослинних угруповань. Використання цього виду відповідає сучасним принципам екологізації міського середовища та сприяє підвищенню рівня біорізноманіття в межах урбанізованих територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієнко, Т. Л., Перегрим, М. М. (2012). *Офіційні переліки регіонально рідкісних рослин адміністративних територій України*. Київ: Альтерпрес.
2. Морозюк, С. С., Протопопова, В. В. (2007). *Трав'янисті рослини України. Атлас-визначник*. Київ.

3. Dunnett, N., & Hitchmough, J. (2004). *The dynamic landscape: Design, ecology and management of naturalistic urban planting*. Taylor & Francis.
4. Hitchmough, J. (2017). Sowing beauty: Designing flowering meadows from seed. *Landscape Research*, 42(7), 1–14.
5. Kwiatkowska-Falińska, A. J., & Faliński, J. B. (2014). Conditions of the occurrence of *Anemone sylvestris* in natural habitats. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*.
6. Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). *Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist*. M. G. Kholodny Institute of Botany.
7. Nagy, K. M., Bartha, S., Zimmermann, Z., Szentes, S., Sutyinszki, Z., & Penksza, K. (2019). Unique botanical values in a metropolitan area and the role of urban habitats in conservation. *Nature Conservation*, 35, 1–24. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.35.33952>
8. Tutin, T. G., Burges, N. A., Chater, A. O., Edmondson, J. R., Heywood, V. H., Moore, D. M., Valentine, D. H., Walters, S. M., & Webb, D. A. (Eds.). (2011). *Flora Europaea* (Vol. 1). Cambridge University Press.

ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПІДПРИЄМСТВ ЯК СКЛADOVA ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ

**КОРЧИК Наталія,
БУДЕНКОВА Надія,
МИСІНА Оксана,
РУДИК Богдан**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна,
e-mail: o.i.mysina@nuwm.edu.ua*

Очищення стічних вод підприємств є критично важливим елементом відновлення екосистем, оскільки воно запобігає потраплянню забруднюючих речовин у водойми та ґрунти, забезпечуючи їх придатність для екологічного балансу. Впровадження сучасних методів очищення є частиною державної політики України, спрямованої на зменшення забруднення та відновлення природного середовища. Очищення промислових стоків є не просто технічним завданням, а ключовим інструментом реалізації Цілей сталого розвитку (ЦСР) ООН до 2030 року. Воно пов'язує економічне зростання підприємства з екологічною безпекою регіону.

Підприємства целюлозно-паперової промисловості (ЦПП) скидають у стічні води целюлозні волокна й розчини органічних та неорганічних речовин. Загальний ступінь забруднення таких стічних вод характеризується величиною біологічного споживання кисню (БСК), яке може досягати від 5000 г/л до 40000 г/л. Очищення таких стічних вод хімічними реагентами включає використання реагентів для коагуляції, флокуляції, нейтралізації, окиснення та хімічного осадження для видалення органічних забруднень, важких металів та інших розчинених речовин. Широке застосування хімічних методів очищення стічних вод зумовлене їх високою швидкістю, а також можливістю їх регулювання [1]. Як правило, при введенні реагентів їх складові частини частково залишаються у воді (від 90% до 20%), що викликає її вторинне забруднення [3]. При цьому застосування багаточисельних реагентів часто підвищує загальний солевміст стоків. Тому в даній роботі пропонується очищення стічних вод підприємств ЦПП із застосуванням товарних реагентів, що мінімізують вторинне забруднення.

Відомі технології очищення стічних вод підприємств ЦПП, які базуються на хімічних методах та включають фракційне коагулювання із застосуванням вказаних групи реагентів [2] наведені на рисунку. В результаті коагулювання відбувається зниження концентрації грубодисперсних домішок, барвників, зменшується окисність БСК та ХСК. За деякими показниками ступінь очищення стічних вод за допомогою хімічних реагентів перевищує ступінь очищення біологічними методами.

Об'єктом дослідження були стічні води підприємства целюлозно-паперової промисловості за показником ХСК=20800 мг/л, що відноситься до концентрованих розчинів. В ході досліджень проводили визначення наступних параметрів: рН, Eh, ХСК, концентрації зважених речовин, хлоридів, сульфатів, нітратів, амонію та твердість води. Встановлені витрати хімічних реагентів, а саме: коагулянту, гідроген пероксиду, вапна, які забезпечують кінцеву концентрацію за показником ХСК=256 мг/л, що забезпечує загальний ефект очищення 98,7% та відповідає умовам наступного біологічного доочищення. При цьому встановлено підвищення солевмісту тільки на 27%, що на 36% менше в порівнянні з фракційним коагулюванням (збільшення солевмісту на 63%). З метою підвищення ефекту очищення (після коагулювання), що відповідає умовам подальшого глибокого біологічного доочищення, рекомендоване застосування хімічних реагентів, які не викликають вторинне забруднення (пероксид водню, реакція Фентона) і які забезпечують (кальцієві лужні реагенти – розчин вапна) часткове видалення аніонної складової коагулянту та інших неорганічних компонентів за рахунок утворення нерозчинних сполук кальцію.

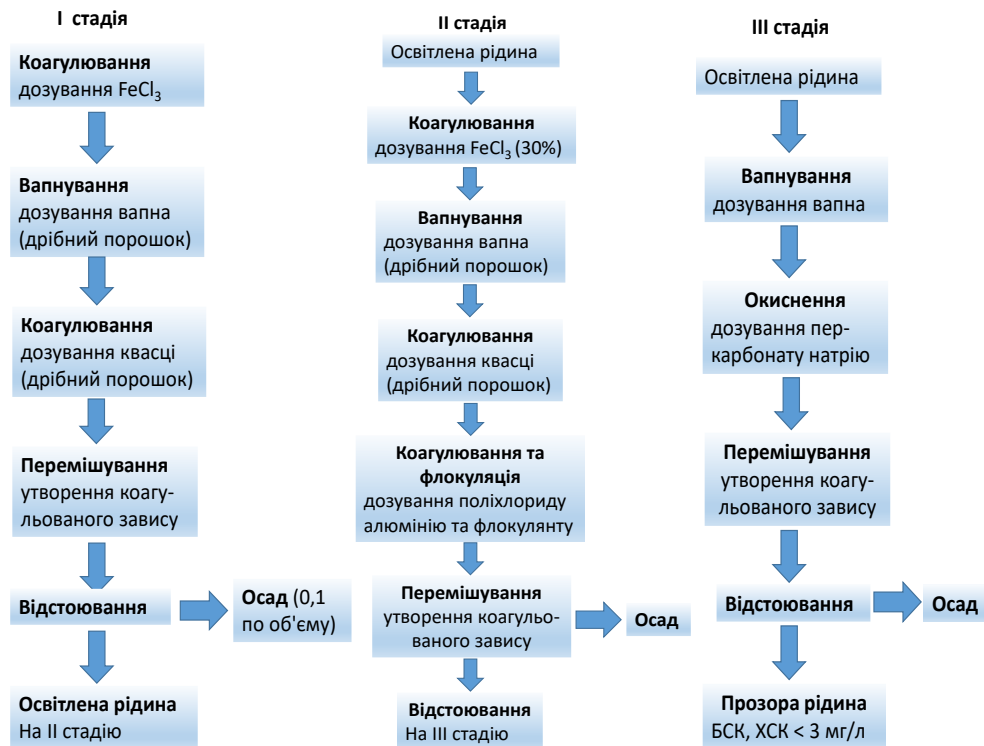


Рис. Функціональна схема багатостадійного очищення стічних вод, що включають хімічні процеси

Таким чином, застосування хімічних реагентів забезпечує стабільний ефект очищення і може бути рекомендований як основний метод в системах очищення стічних вод підприємств ЦПП. Застосування реагентів для регулювання рН та окиснення, а саме розчини вапна та гідроген пероксиду, забезпечують мінімальне вторинне забруднення стічних вод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Запольський, А. К. (2005). *Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод*. Київ : Вища школа.
2. Котул, В. В., & Саблій, Л. А. (2021). Способи вдосконалення технології очищення стічних вод целюлозо-паперових виробництв. У В. Жукова, Д. Колтишева (Ред.) *Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Чиста вода. Фундаментальні, прикладні та промислові аспекти»*, (с. 143-146). Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». content <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/f3a2a0bc-8d53-47d4-8370-86337d22e625/content>
3. Саблій, Л. А. (2013). *Фізико-хімічне та біологічне очищення висококонцентрованих стічних вод*. Рівне: НУВГП. <https://ep3.nuwm.edu.ua/1703/1/731661%20zah.pdf>.

РОЛЬ ВБУ У ЗБЕРЕЖЕННІ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ФЛОРИ ТА РОСЛИННОСТІ НПП "ПОДІЛЬСЬКІ ТОВТРИ"

КОЗАК Максим,
БАЛІНСЬКИЙ Віталій,
МАЗУР Олексій

Кам'янець-Подільський, Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка. Україна
e-mail: maximkozak1980@gmail.com

Водно-болотні масиви відіграють надзвичайно важливу екологічну, економічну, соціальну та природоохоронну роль у регіонах із суттєво порушеним природним рослинним покривом. Сьогодні вони перебувають у центрі численних проблем, пов'язаних із забезпеченням чистоти води, збереженням біорізноманіття та раціональним використанням природних ресурсів [8].

Водно-болотні угіддя Поділля розміщені в басейнах річок Дністер, Південний Буг і Прип'ять та охоплюють площу близько 9000 тис. га. Найбільше їх зосереджено у північно-західній частині регіону, тоді як у східній та південній частинах їх площі значно менші, що пояснюється особливостями геоморфологічної будови території. Угіддя Західного Поділля переважно належать до заплавного типу та локалізуються в каньйоноподібних долинах річок Серет, Стрипа, Збруч і Смотрич. За типом мінерального живлення вони є евтрофними та забезпечуються вологою завдяки поверхневому стоку, ґрунтовим водам і атмосферним опадам [2–7].

До початку XX століття флористичне та ценотичне різноманіття водно-болотних територій Західного Поділля значною мірою визначалося гідрологічними режимами малих і середніх річок та їхніх приток. У цей період домінували природні процеси трансформації рослинного покриву. Природні особливості території сприяли формуванню значних площ водної та повітряно-водної рослинності, чому також сприяла густа мережа річок і ставків [1–7].

Наприкінці XIX - на початку XX століття в регіоні активізувалося будівництво меліоративних каналів, водойм, гідроелектростанцій та штучних водосховищ у руслах річок Дністер, Збруч, Серет, Стрипа і Смотрич. Це спричинило істотні зміни у рослинному покриві водойм і боліт. До початку меліоративних робіт у регіоні існувало понад 15 природних боліт, серед яких Медінське, Шумське, Вишневецьке, Скалатське та інші. Їх рослинність характеризувалася наявністю рідкісних угруповань із домінуванням *Schoenus ferrugineus* L., *Cladium mariscus* L., *Carex davalliana* Smith та інших видів. Окрім того, на цих територіях були виявлені рідкісні рослини, зокрема *Liparis loeselii* L., *Carex paniculata* L., *Marsilea quadrifolia* L., *Nymphaea candida* J. et C. Presl [1–7].

Унаслідок проведення масштабних меліоративних заходів було осушено 333,9 тис. га боліт, що становить близько 80 % їх загальної площі. Це призвело до стрімкого скорочення площ болотної рослинності [2–9].

Для збереження такого унікального місця на Поділлі науковці та природолюбів у 2004 р території Бакотської затоки (рис 1), з метою запобігання будівництва та руйнування природної краси, надають міжнародного значення.

А саме надають статус водно-болотного угіддя міжнародного значення, що є чинним для України у відповідності до Закону України від 29 жовтня 1996 року N 437/96-ВР "Про участь України в Конвенції про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовища існування водоплавних птахів".

Водно-болотні угіддя мають велике природне, економічне та соціокультурне значення. Кожна держава, яка є учасником Рамсарської конвенції, має визначити на своїй території найбільш цінні водно-болотні угіддя та подати їх перелік і описи на затвердження до Секретаріату конвенції.

Ця територія відіграє особливо важливу роль у збереженні хижих птахів і нересті риби, забезпечує тривале перебування під час весняних і осінніх міграцій птахів водно-болотного комплексу.

Прибережно-водні та водні угруповання. На території угіддя така рослинність збереглася на р. Руска, що впадає у Бакотську затоку, і представлена угрупованням *Phragmites-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novak 1941. У водному середовищі зростають макрофіти, які входять до угруповання *Lemnetea* R.Tx. 1955 і *Potametea* R.Tx. et Prsg. Рідкісні види не трапляються.

У межах Дністровського водосховища відбулися значні трансформації такого типу рослинності через затоплення берегів. У місцях, де берег обмежений прямовисними скелями, прибережно-водна рослинність відсутня, але на пологому березі, де були раніше садиби, зростають осока гостра (*Carex acuta* L.), ситник розлогий (*J. effusus* L.), ситник розчепірений (*J. squarrosus* L.), ситник жаб'ячий (*J. bufonius* L.) разом з жовтецем повзучим (*Ranunculus repens* L.) і чередою трироздільною (*Bidens tripartita* L.).

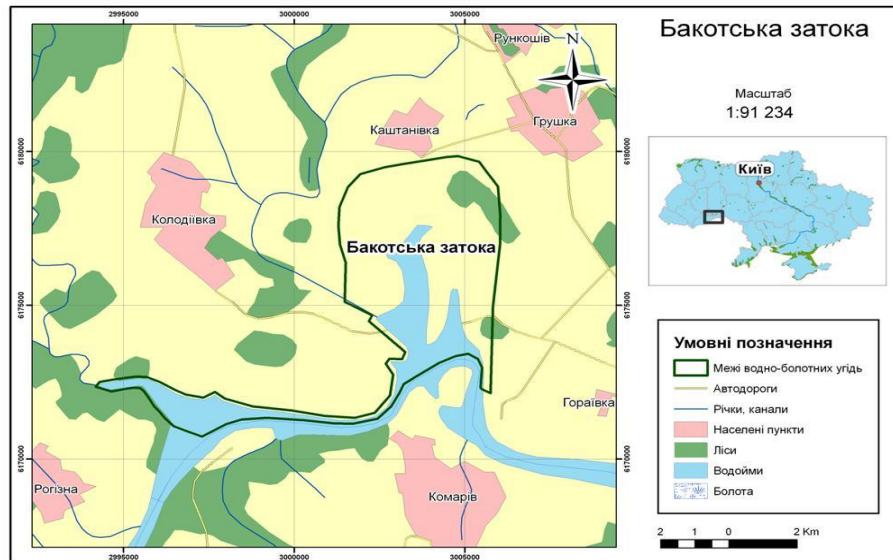


Рис. 1. Територія водно-болотного угіддя Бакотська затока

Прибережно-водна рослинність представлена широко поширеними видами, серед яких домінують рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*) та рогіз широколистий (*Typha latifolia*). Також тут зростають осока гостра (*Carex acuta*), підмаренник болотний (*Galium palustre*), чистець болотний (*Stachys palustris*), рдесник плаваючий (*Potamogeton natans*), м'ята водяна (*Mentha aquatica*) і ситняг болотний (*Eleocharis palustris*).

На схилах Бакотської затоки трапляються рідкісні представники степової флори, зокрема шивереція подільська, астрагал монпельський, горицвіт весняний, зіноваті біла, Блоцького та подільська, ковила волосиста і ковила пірчаста, а також сон великий і сон чорніючий, тонконіг різнобарвний.

Фауна Бакотської затоки характеризується значним різноманіттям рідкісних і охоронюваних видів. Багато представників тваринного світу занесені до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи, Європейського червоного списку, додатків Боннської та Вашингтонської конвенцій, а також до Червоної книги України. На території угіддя під час весняних та осінніх міграцій, зимівлі або гніздування зустрічаються гагара червоношия, лелека білий, чепура велика, крижень, гуска мала, попелюх, чернь чубата, підсоколик малий, колдовник болотяний, бджолоїдка, лелека чорний, чернь морська, гоголь, яструб великий і яструб малий, канюк звичайний, зимняк, зміїд, лунь польовий, сапсан, боривітер звичайний, підсоколик великий, кібчик, шуліка чорний, скопа, деркач, журавель сірий, чайка, пугач та сорокопуд сірий.

Особливу роль водно-болотні угіддя відіграють у підтриманні ценотичного різноманіття. На території парку сформувалися різні типи рослинних угруповань: очеретяні, осокові, рогозові, лепешнякові, лататтеві та інші асоціації. Вони створюють складну структуру рослинного покриву та забезпечують екологічні умови для формування стійких біоценозів. Водно-болотна рослинність також виконує важливі екосистемні функції: очищення води, акумуляцію органічних речовин, регулювання водного балансу та запобігання ерозійним процесам.

ВБУ є важливими екологічними коридорами, які забезпечують поширення та збереження флористичного різноманіття в межах парку. Завдяки наявності вологих біотопів підтримується висока генетична та видова різноманітність рослинності, що особливо важливо в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зелінка С.В., Балашов Л.С., Шиманська В.О. Болотні заказники Західного Поділля // Укр. ботан. журн. 1984.41, № 6. С. 77-81.
2. Іван Федорчук, Максим Козак, Микола Андрухович. Флора перезвожених територій каньйона р. Смотрич в межах НПП «Подільські Товтри» Збірник наукових праць молодих вчених Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2024. Вип. 16. С. 180-182. <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8590>.
3. Євген Морозюк, Андрій Кондратюк, Максим Козак. Угрупування вільно плаваючих асоціацій Бакотської затоки. «Об'єкти природно-заповідного фонду України: сучасний стан та шляхи забезпечення ефективної їх діяльності»: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, (м. Київ, 27-28 червня 2024 р.). С. 109-113. https://mpnp.forest.gov.ua/materials/Zbirnik_material_conf/Ves_zbirnik_mat_conf/Zbirnyk_OPZFU_2024.pdf
4. Козак М. І. Водно-болотні угіддя Західного Поділля : стан та особливості рослинного покриву // Актуальні проблеми ботаніки та екології. Вип. 9. Матеріали конференції молодих вчених ботаніків : Канів, 2004. С. 108-110.
5. Козак М.І. Рослинність та орнітофауна водойм Західного Поділля // Наукові праці Кам'янець-Подільського державного університету : Збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів і аспірантів. Випуск 6 в 3-х томах. Т. 3. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ. 2007. С. 43-44.

6. Козак Максим, Горішній Максим, Андрухович Микола, Кондратюк Андрій Федорчук Іван Правовий режим на територіях природно заповідного фонду України. Об'єкти природно-заповідного фонду України: сучасний стан та шляхи забезпечення ефективної їх діяльності: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 25 вересня 2025 р.). Київ, 2025. С. 88-92 <https://doi.org/10.61584/25-09-2025-24>
7. Микола Андрухович, Євген Морозюк, Максим Козак Представники справжньої водної флори на території ВБУ «Смотрицький каньйон» Збірник наукових праць молодих вчених Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2024. Вип. 16. С. 192-194 <http://elar.kpnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8590>
8. Skliar, Viktoriia; Smoliar, Nataliia; Kozak, Maksym; Liubynskyi, Oleksandr; Skliar, Yurii. Ecological and cenotic features of natural regeneration of forests in the Left-Bank Polissya of Ukraine: *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*; Kyiv Volume 15, No. 2., (2024): 118-134. Scopus. <https://doi.org/10.31548/forest/2.2024.118>

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ФІТОІНВАЗІЙ

ЛЕЩЕНКО Дмитро

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
e-mail: dimitri.leshchenko@gmail.com

Зміна клімату, пожежі та діяльність людини створюють сприятливі умови для поширення інвазійних видів, що загрожують біорізноманіттю та стабільності екосистем. У цих умовах особливого значення набуває дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), яке дозволяє ефективно відстежувати просторову динаміку інвазій, оцінювати стан рослинного покриву та своєчасно виявляти нові осередки їхнього проникнення. Це формує наукове та практичне підґрунтя для сучасних стратегій моніторингу й управління природними ресурсами [3, 4].

Супутникові системи Sentinel-2 та Landsat залишаються основою для моніторингу інвазійних видів, адже вони охоплюють великі території та забезпечують регулярні серії знімків із роздільною здатністю 10-30 м. MODIS, хоча й поступається деталізацією, проте корисний для аналізу довготривалих змін рослинного покриву на глобальному рівні.

На відміну від супутників, безпілотні літальні апарати дають змогу працювати з окремими ділянками з високою точністю: роздільна здатність знімків сягає кількох сантиметрів, а гіперспектральні сенсори допомагають розпізнавати навіть близькі за морфологією види. Проте їх застосування обмежене невеликими площами та потребує значних фінансових ресурсів.

Лідарне сканування додає ще один вимір воно дозволяє аналізувати тривимірну структуру рослинності, що особливо важливо для інвазивних деревних і чагарникових видів. Ця технологія використовується вибірково: вона дає унікальні дані та вимагає складної інтерпретації [4].

Дослідження, проведені в Центральній Україні, показали, що поєднання супутникових даних із наземними геодезичними вимірюваннями дає змогу точніше картографувати ареали інвазійних видів. Для виявлення *Robinia pseudoacacia* на мультиспектральних знімках важливе значення мали фенологічні особливості виду, зокрема характерна осіння зміна забарвлення листя. За результатами аналізу встановлено, що *Robinia pseudoacacia* займає близько 17,8% від загальної площі досліджуваної території у 72 га. Фенологічний підхід, що враховує фази розвитку рослин (зокрема цвітіння та опадання листя), у поєднанні з багатоспектральним аналізом дозволяє більш точно ідентифікувати інвазійні види за їх спектральними та біохімічними характеристиками [3].

Одним із поширених способів оцінки стану рослинності є використання спектральних індексів, зокрема NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), який дає змогу визначати щільність і стан рослинного покриву. У 2020 році цей показник застосовували для моніторингу інвазійного водного виду *Pistia stratiotes* у водоймах лівобережної заплави Дніпра. У ході дослідження середнє значення NDVI змінювалися від 0,31 навесні до 0,69 восени. Водночас протягом вегетаційного періоду площа заростання водойм збільшилася з 8,7 га (10,1%) до 55,5 га, а наприкінці сезону рослинність займала близько 65% акваторії. Отримані дані дали змогу простежити поширення виду та підготувати відповідні картографічні матеріали [1].

У сучасному аналізі даних ДЗЗ дедалі ширше застосовуються методи машинного навчання, що дозволяють суттєво підвищити точність класифікації інвазійних видів. За результатами досліджень, алгоритм Support Vector Machine забезпечує точність розпізнавання на рівні 85-90%, Random Forest – близько 90-92%, тоді як згорткові нейронні мережі демонструють найвищі показники, що перевищують 95% при роботі з гіперспектральними даними. Використання безпілотних літальних апаратів із сенсорами високої спектральної роздільної здатності дозволяє отримувати багатовимірні масиви даних, що знижує ймовірність помилкової класифікації та підвищує надійність картографування інвазійних популяцій [4].

Питання змін клімату також є важливим у контексті дослідження. Аналіз супутникових даних за 2010–2025 роки вказує на можливий зв'язок між підвищенням температурних показників в Україні та змінами рослинного покриву. Зокрема, у Рівненській області відмічено зміщення початку вегетаційного періоду з 24 березня на 3 березня, а його завершення – з 3 листопада на 17 листопада. Ці зміни відображаються в динаміці NDVI, який на початкових етапах становив близько 0,2, у фазі активного розвитку підвищувався до 0,3–0,8, а під час завершення вегетації знижувався до 0,2. Отримані результати можуть свідчити про тенденцію до подовження та інтенсифікації вегетаційного періоду [2].

Таким чином, ДЗЗ у поєднанні з геоінформаційними технологіями та методами машинного навчання є ефективним інструментом моніторингу, картографування та аналізу динаміки інвазійних видів рослин. Інтегра-

ція супутникових, безпілотних і наземних даних підвищує точність ідентифікації інвазій, дає змогу оцінювати їх просторово-часову динаміку та враховувати вплив кліматичних і антропогенних чинників на стан екосистем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дворецький Т. В., Триліс В. В., Савицький О. Л. Оцінка масового розвитку *Pistia stratiotes* у водоймах лівобережної заплави Дніпра у районі Києва на основі супутникових даних. Гідробіологічний журнал. 2022. Т. 58, № 2. С. 18-31. URL: <http://jnas.nbuv.gov.ua/artLicle/UJRN-0001456819>
2. Ільєнко, Т. В., & Шерстюк, Д. М. (2025). Індикатори кліматичних змін за даними супутникового моніторингу. Агроекологічний журнал, (1), 51–66. 2025. № 3. С. 51–66. URL: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2025.340778>.
3. Рожі, І., Рожі, Т., & Мандебура, С. (2025). Геоінформаційні технології та електронні геодезичні прилади для моніторингу поширення інвазійних рослин у ландшафтах центральної України. Просторовий розвиток, (11), 654–669. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2025.11.654-669>
4. Zaka, M. M., & Samat, A. (2024). Advances in Remote Sensing and Machine Learning Methods for Invasive Plants Study: A Comprehensive Review. Remote Sensing, 16(20), 3781. <https://doi.org/10.3390/rs16203781>

MODERN APPROACHES TO ASSESSING POTENTIAL ENVIRONMENTAL RISKS OF HEAVY METAL CONTAMINATION OF URBAN SOILS UNDER TECHNOGENIC LOAD CONDITIONS

MISLYUK Olha,
YEHOHOVA Oksana,
KHOMENKO Olena,
LOBODA Oleksandr

Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine, e-mail: o.mysliuk@chdtu.edu.ua

A promising method for identifying areas of increased environmental hazard of soil as a fundamental component of technogenically loaded ecosystems is the comprehensive assessment of potential risks. This approach is widely applied in international practice and makes it possible to predict the probability and significance of ecosystem disturbances, as well as to determine the urgency and priority of measures for managing negative technogenic impact factors [1].

The city of Cherkasy was selected as a model object for a comprehensive assessment of the potential risks of urban landscape contamination by Pb, Zn, Cu, Ni, Mn, and Cd. The city's soil cover is heterogeneous, characterized by a light mechanical composition and the presence of anthropogenic inclusions and allochthonous materials. The soils are contaminated with xenobiotics, including heavy metals [2].

The research was conducted at locations situated both in industrial and residential-industrial zones. To assess the level of contamination and potential risks, a number of geochemical indicators and recommendations in accordance with US EPA standards were applied – single-factor indices (geoaccumulation index I_{geo} , pollution index PI, ecological risk index E_r) and integrated indices (pollution load index PLI, Nemerow's Pollution Index NPI, and potential ecological risk index RI).

Considering the geographical context of the study area, the background concentrations of heavy metals in the soils of the Forest-Steppe zone of Ukraine for typical low-humus chernozems were used.

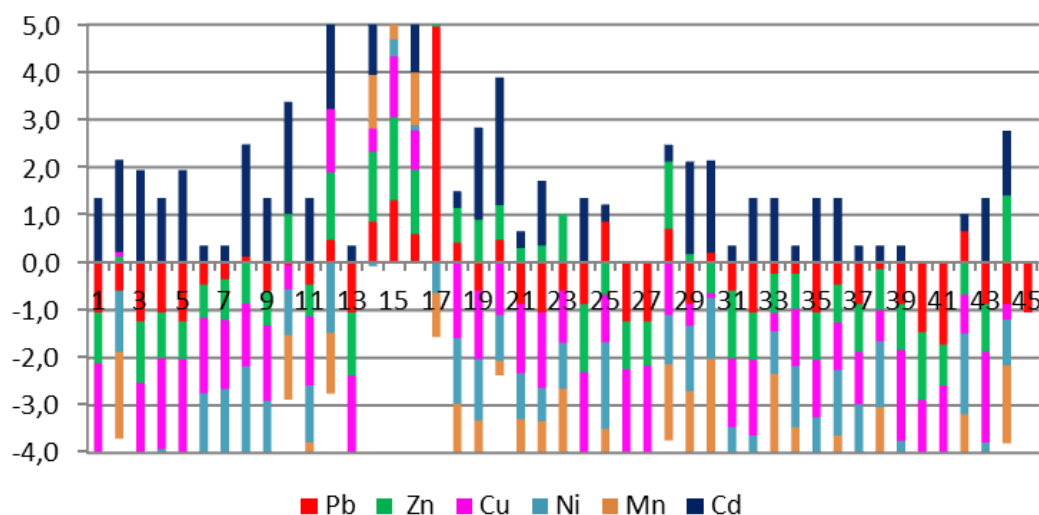


Fig. 1. Geoaccumulation indices. Photo by the author.

The geoaccumulation index, which is used to assess the intensity of technogenic pollution, made it possible to differentiate between the natural and anthropogenic contributions of heavy metals to soil contamination. The I_{geo} calculations showed that Mn, Ni, and Cu are predominantly of natural origin, as evidenced by the most negative values of this index (Fig. 1).

Similar to the I_{geo} values, the pollution indices (PI) demonstrated high variability, ranging from unpolluted to very heavily polluted soils. PI values > 1 for all metals, except Ni and Mn, indicate elevated concentrations of contaminants due to anthropogenic influence. The NPI indices (Fig. 2) were higher than the PLI values (Fig. 3), which is explained by the calculation algorithm of NPI, as it takes into account both the average and maximum values of the single-factor pollution indices (PI).

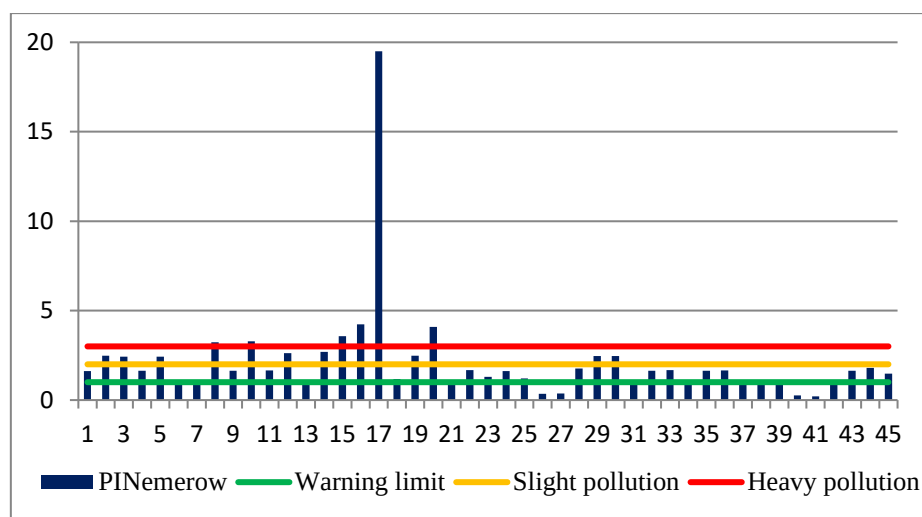


Fig. 2. Levels of combined soil contamination by heavy metals according to the Nemerow's index. Foto by the author

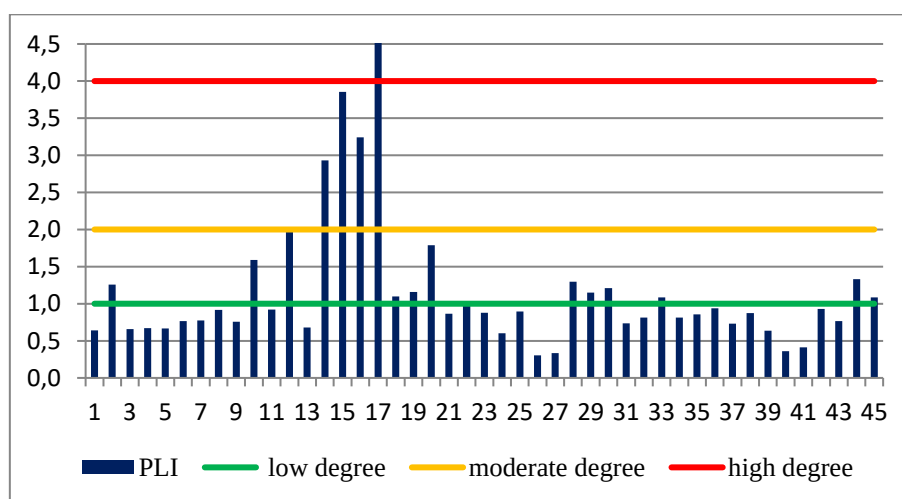


Fig. 3. Levels of combined soil contamination by heavy metals according to the PLI index. Foto by the author

A detailed analysis of the potential ecological risk, which is predominant in assessing the scale of soil contamination by heavy metals and the associated environmental consequences for soil ecosystems, shows that Cd posed predominantly a moderate, considerable, or high ecological risk and was the main contributor to the overall risk (Fig. 4).

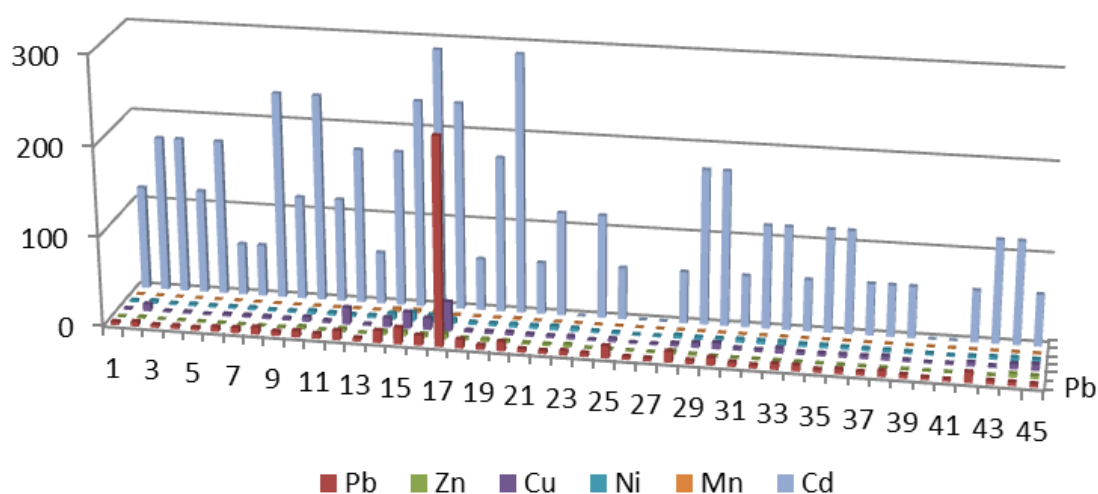


Fig. 4. Levels of ecological risk (ER). Foto by the author

The conducted studies revealed significant spatial and temporal transformation of urban soils (urbosols) as a result of long-term accumulation of heavy metals and the formation of a modified geochemical soil province around technogenic sites. In residential-industrial areas, urbosols predominantly exhibited low to moderate levels of contamination.

Spatial analysis of zones with high and low concentrations showed a clear heterogeneity of heavy metals, influenced by both natural and anthropogenic factors. Using various geochemical indices and statistical-correlation analysis, a clear understanding of the grouping and associations among the analyzed metals was developed, shedding light on potential sources of contamination and their interrelationships. The results demonstrated a strong correlation between the soil pollution indices.

Considering the observed transformations of the city's soil cover, the implementation of targeted risk management measures is necessary, such as regular soil monitoring, phytoremediation, or soil replacement in contaminated areas.

The application of modern methods and technologies for assessing potential risks in Ukraine will increase the reliability of environmental monitoring results and create a broad evidence base for further analysis.

REFERENCES

1. Kowalska, J. B., Mazurek, R., Gąsiorek, M., & Zaleski, T. (2018). Pollution indices as useful tools for the comprehensive evaluation of the degree of soil contamination. *Environmental Geochemistry and Health*, 40(6), 2395–2420. <https://doi.org/10.1007/s10653-018-0106-z>
2. Yehorova, O., Zhytska, L., Bakharev, V., Mislyuk, O., & Khomenko, E. (2024). Assessing the deposition of heavy metals in edaphotopes and synantrophy vegetation under the conditions of technological pollution of the city. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(10 (127)), 15–26. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.297718>
3. Fateev, A. I., & Pashchenko, Ya. V. (Eds.). (2003). *Fonovyi vmist mikroelementiv u gruntakh Ukrainy* [Background content of microelements in the soils of Ukraine] (120 p.). Kharkiv: National Scientific Center «Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O. N. Sokolovsky».

СОЦІАЛЬНІ РИЗИКИ НЕЛЕГАЛЬНИХ РУБОК ТА ЇХ СПРИЙНЯТТЯ НАСЕЛЕННЯМ У ЛІСОЗАЛЕЖНИХ РЕГІОНАХ

НОВАК Анатолій

*Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна
e-mai: novak@nltu.edu.ua*

Неlegальні рубки лісу є складним багатовимірним явищем, що виходить далеко за межі суто екологічної проблематики та охоплює соціальні, економічні й інституційні аспекти розвитку суспільства. У контексті лісоуправління особливого значення набуває аналіз соціальних ризиків, пов'язаних із незаконною заготівлею деревини, а також дослідження сприйняття цього явища населенням, оскільки саме громадська думка значною мірою визначає ефективність управлінських рішень, рівень довіри до інституцій та готовність до співпраці у сфері сталого управління лісами. Соціальні ризики нелегальних рубок проявляються у зниженні якості життя місцевого населення, посиленні соціальної нерівності, поширенні корупційних практик, втраті довіри до державних органів та формуванні толерантного ставлення до правопорушень.

Одним із ключових соціальних ризиків є підриє довіри до державних і лісгосподарських інституцій. У регіонах, де нелегальні рубки набувають системного характеру, населення часто сприймає їх як результат неефективного управління або навіть як наслідок корупційних змов між посадовцями та бізнес-структурами. Це формує у громадян відчуття несправедливості та безкарності, що, у свою чергу, сприяє зниженню правової та екологічної свідомості [4]. В умовах, коли незаконна діяльність стає соціальною нормою, виникає замкнене коло: слабкі інституції породжують нелегальні практики, а останні ще більше підривають інституційну спроможність.

Другим важливим аспектом є економічний дисбаланс, який супроводжує нелегальні рубки. Хоча, на перший погляд, така діяльність може забезпечувати короткострокові доходи для окремих груп населення, у довгостроковій перспективі вона призводить до втрати робочих місць у легальному секторі, зниження податкових надходжень та деградації місцевої економіки [3]. Це особливо актуально для гірських і сільських територій, де лісові ресурси є одним із основних джерел доходів. У таких умовах нелегальні рубки можуть виступати як вимушена стратегія виживання, що зумовлює складність їх подолання лише репресивними методами.

Соціальні ризики також проявляються у погіршенні якості життя населення через екологічні наслідки незаконних рубок. Деградація лісових екосистем спричиняє підвищення ризику паводків, зсувів, ерозії ґрунтів, зниження якості водних ресурсів і втрату рекреаційного потенціалу територій. Для місцевих громад це означає прямі матеріальні збитки, зростання витрат на відновлення інфраструктури та зниження привабливості територій для туризму. Таким чином, екологічні наслідки трансформуються у соціальні, посилюючи вразливість населення.

Окрему увагу слід приділити соціальній нерівності, яка може поглиблюватися внаслідок нелегальних рубок. Часто вигоду від незаконної діяльності отримують обмежені групи осіб, тоді як негативні наслідки розподіляються серед ширшого кола населення. Це створює передумови для соціальної напруженості, конфліктів між різними групами інтересів та зростання недовіри всередині громад. У деяких випадках нелегальні рубки можуть навіть ставати джерелом локальних конфліктів, особливо коли вони пов'язані з використанням спільних ресурсів або порушенням традиційних форм природокористування.

Сприйняття нелегальних рубок населенням є неоднорідним і залежить від низки факторів, серед яких соціально-економічний статус, рівень освіти, доступ до інформації, досвід взаємодії з лісгосподарськими структурами та культурні особливості. У багатьох випадках населення демонструє амбівалентне ставлення до цього явища: з одного боку, визнає його незаконність і негативні наслідки, а з іншого – може виправдовувати його як необхідний засіб виживання або як відповідь на несправедливу політику держави. Така подвійність у сприйнятті ускладнює формування єдиної громадської позиції та ефективних механізмів протидії [1].

Важливу роль у формуванні громадської думки відіграють засоби масової інформації, громадські організації та неформальні мережі комунікації. Інформаційні кампанії, спрямовані на підвищення обізнаності населення щодо наслідків нелегальних рубок, можуть сприяти зміні поведінкових моделей та формуванню відповідального ставлення до лісових ресурсів. Водночас поширення недостовірної або маніпулятивної інформації може посилювати соціальну напруженість і недовіру. Тому важливим завданням є забезпечення прозорості, відкритості даних та ефективної комунікації між усіма зацікавленими сторонами.

З позицій соціального лісництва ключовим підходом до зниження соціальних ризиків є залучення місцевих громад до процесів управління лісами. Так звані, партнерські моделі управління, що передбачають участь населення у прийнятті рішень, моніторингу та контролі за використанням ресурсів, можуть суттєво підвищити ефективність боротьби з нелегальними рубками. Такий підхід сприяє підвищенню рівня довіри, формуванню відчуття відповідальності за стан лісів та зменшенню конфліктності [2].

Не менш важливим є розвиток альтернативних джерел доходу для місцевого населення. Диверсифікація економічної діяльності, підтримка малого та середнього бізнесу, розвиток екотуризму, заготівля недержавної лісопродукції можуть зменшити залежність громад від нелегальної заготівлі деревини. Водночас такі заходи потребують належної інституційної підтримки, інвестицій та довгострокового планування.

Інституційний вимір проблеми передбачає необхідність удосконалення системи контролю, підвищення прозорості та відповідальності у лісовому секторі. Використання сучасних технологій моніторингу, таких як дистанційне зондування Землі, геоінформаційні системи та відкриті бази даних, може значно підвищити ефективність виявлення незаконних рубок і запобігання їм. Однак технологічні рішення повинні супроводжуватися інституційними реформами, спрямованими на подолання корупції та підвищення професійного рівня кадрів.

Важливим аспектом є також правова культура населення. Формування екологічної свідомості, підвищення рівня правових знань та розвиток громадянської відповідальності є необхідними умовами для ефективної протидії нелегальним рубкам. Освітні програми, просвітницькі заходи та інтеграція принципів сталого розвитку у систему освіти можуть сприяти формуванню нових соціальних норм, що засуджують незаконне використання природних ресурсів.

Слід зазначити, що ефективна протидія соціальним ризикам нелегальних рубок потребує комплексного підходу, що поєднує економічні, соціальні, екологічні та інституційні інструменти. Односторонні заходи, спрямовані лише на посилення контролю або покарання, не здатні забезпечити бажаний результат без урахування соціального контексту та потреб місцевого населення. Важливо розуміти, що нелегальні рубки є симптомом більш глибоких структурних проблем, пов'язаних із добробутом, соціальною нерівністю, слабкістю інституцій та недостатнім рівнем участі громад у прийнятті рішень.

У підсумку, можемо констатувати, що соціальні ризики нелегальних рубок є суттєвим викликом для сталого розвитку лісового сектору. Його подолання потребує інтегрованого підходу, орієнтованого на зміцнення соціальних інституцій, розвиток громад, підвищення рівня довіри та формування відповідального ставлення до природних ресурсів. Сприйняття цього явища населенням відіграє ключову роль у визначенні ефективності заходів протидії, тому дослідження громадської думки та врахування соціальних факторів мають бути невід'ємною складовою лісової політики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ceccon, E., Méndez-Toribio, M. & Martínez-Garza, C. Social Participation in Forest Restoration Projects: Insights from a National Assessment in Mexico. *Human Ecology*, **48**, 609-617 (2020). DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-020-00178-w>
2. Rakova B., Winter A. Leveraging traditional ecological knowledge in ecosystem restoration projects utilizing machine learning. 2020. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.12387>.
3. Reboredo F. Socio-economic, environmental, and governance impacts of illegal logging // *Environment Systems and Decisions*. 2013. Vol. 33, № 2. P. 295-304. DOI:10.1007/s10669-013-9444-7.
4. Rosander M.N.. Illegal logging and related timber trade. Bangkok: RECOFTC, 2008. URL: <https://www.recoftc.org/sites/default/files/publications/resources/recoftc-0000160-0001-en.pdf> (дата звернення: 11.05.2026).

СУЧАСНИЙ СТАН ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЧНЯНСЬКОГО НПП НА ЧЕРНІГІВЩИНІ

ПАРХОМЕНКО Олександр

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка, Чернігів,
Ічнянський національний природний парк, Україна,
e-mail: sasho1979turizm@ukr.net

Відповідно до гідрологічного районування України, територія Ічнянського НПП розташована у межах Сульсько-Ворсклинської підобласті Лівобережної Дніпровської області зони достатньої водності рівнинної частини України [2].

На території парку протікає основна водна артерія – р. Удай (ліва притока другого порядку р. Дніпро та права притока р. Сула) та його ліві притоки – рр. Іченька та Радківка, які зазнали значного антропогенного впливу, зокрема зарегулювання русел у вигляді спорудження ланцюгів ставків (рис. 1).

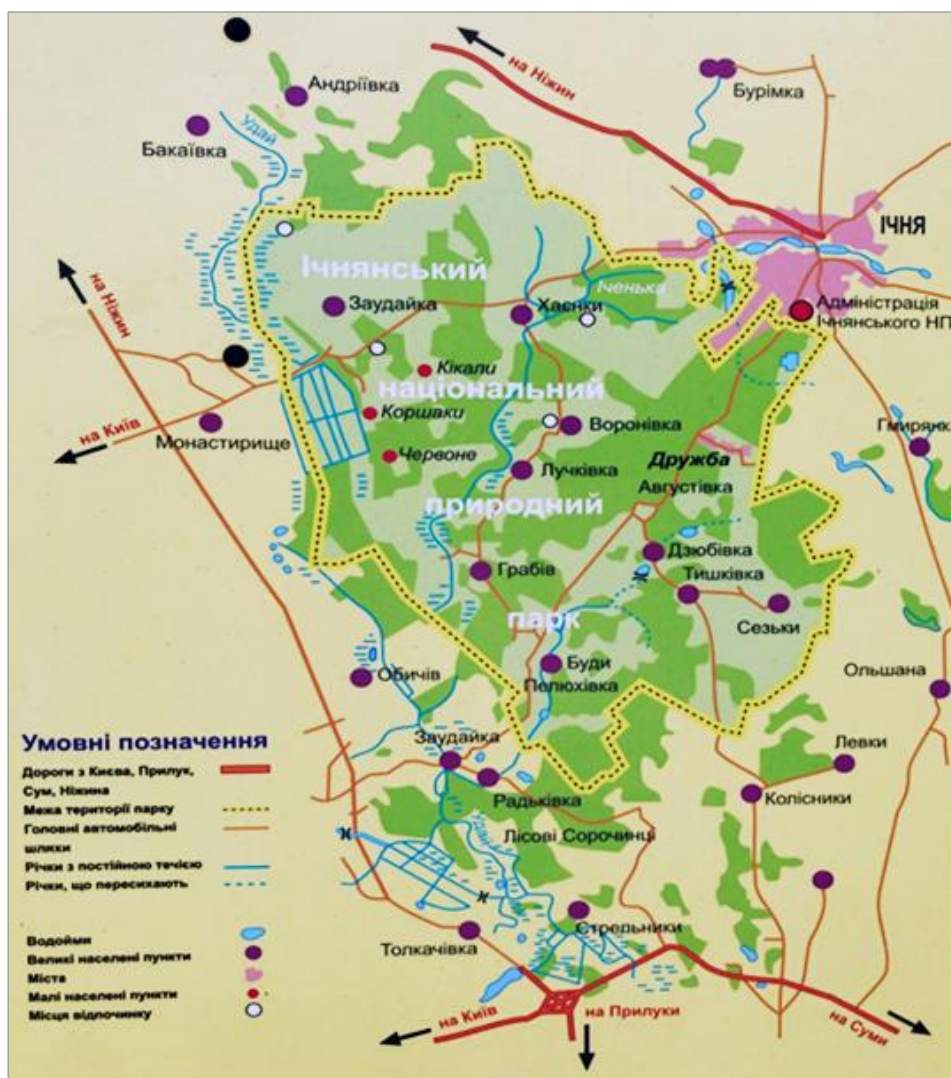


Рис. 1. Схема розміщення гідрологічних об'єктів у межах Ічнянського НПП

Всі вони уповільнили течії річок і змінили морфометричні параметри їх русел. Морфометрія р. Удай є мінлива у часі та просторі. У зв'язку зі зміною клімату у бік потепління річка у певні періоди часу (2022, 2024 рр.) періодично пересихає [1, 3–6].

Під час досліджень нами встановлено, що гідрологічний режим поверхневих вод залежить від температурного режиму (зміни клімату). Багаторічний моніторинг температурних показників свідчить про їх кореляцію з рівнем дзеркала вод. Одним із таких є, досліджений нами, Дзюбівський ставок.

У травні 2025 р. переважала тепла погода з незначною кількістю атмосферних опадів, які забезпечили лише поверхнєве зволоження ґрунту. На початку місяця переважали відносно прохолодні погодні умови, однак у другій половині місяця денні температури стабілізувалися, що вплинуло на величину випаровування і сприяло зниженню рівня поверхневих вод.

Червень 2025 р. характеризувався контрастним поєднанням спекотної посушливої погоди та прохолодних дощових періодів. На фоні високих денних температур короточасні дощі, які випадали переважно увечері та вночі сприяли частковому зволоженню верхніх шарів ґрунту, однак не вплинули на рівень поверхневих вод через активне випаровування (рис. 2). У Дзюбівському ставку продовжується й дотепер зниження рівня води (рис. 3).



Рис. 2. Коливання рівня вод у Дзюбівському ставку (травень–червень 2025 р.)



Рис. 3. Коливання рівня вод у Дзюбівському ставку (травень 2026 р.)

Отже, останнім часом кліматичні зміни суттєво впливають на екосистеми. Загальне потепління планети призводить до зростання температур і зменшення кількості опадів. Підвищення температури повітря прискорює процес випаровування, що призводить до зниження рівня води, зокрема, у незначних за площею поверхневих гідрологічних об'єктах. Така зміна зумовлює необхідність перегляду підходів до управління водними ресурсами у межах природоохоронної території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пархоменко О. Г. Кліматичні особливості Ічнянського національного природного парку. *The 3rd International scientific and practical conference «Global trends in the development of educational systems»* (January 21–24, 2025) Bergen, Norway. International Science Group. 2025. P. 57–60.
2. Пархоменко О. Г. Просторово-часовий аналіз морфометричних характеристик водних об'єктів Ічнянського національного природного парку. *II Міжнародна науково-практична конференція “Сучасний стан та тенденції розвитку науки та освіти”* (10 лютого, 2025) Дніпро, Україна. 2025. С. 193–197.
3. Пархоменко О. Температурний режим як фактор впливу на екосистеми Ічнянського національного природного парку. *Global Trends in the Development of Information Technology and Science: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity*. (Червень 25–27, 2025). Стокгольм, Швеція. 2025. С. 92–98.
4. Лисенко Г. М., Пархоменко О. Г. Проблеми збереження угруповань гідрофітів на тлі кліматичних змін території Ічнянського національного природного парку (Чернігівська область, Україна). *Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 35-річчю природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» 15–16 вересня 2025 року*, м. Дніпро. Дніпропетровська область. 2025. С. 57–60.
5. Пархоменко О. Г., Ковальська Л. В. Вплив кліматичних змін на гідрологічний режим поверхневих вод Ічнянського національного природного парку. *Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої 35-річчю природного заповідника «Дніпровсько-Орільський» 15–16 вересня 2025 року*, м. Дніпро. Дніпропетровська область. 2025. С. 23–27.
6. Пархоменко О., Ковальська Л. Короткотерміновий кліматичний зріз метеорологічного літа 2025 року на території Ічнянського НПП (Чернігівщина). *Матеріали II Міжнародної конференції «Дністерські читання» 03 жовтня 2025 року*, м. Тлумач. Івано-Франківська область. 2025. С. 190–194.

ЕКООСВІТНЯ ДІЯЛЬНІСТЬ НПП «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ» У КОНТЕКСТІ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: РЕГІОНАЛЬНИЙ ВИМІР ТА ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ

ПАВЛІЧЕНКО Ірина

*Сумський національний аграрний університет,
Національний природний парк «Деснянсько-Старогутський»
e-mail: ikamysan1992@gmail.com*

Сучасний стан довкілля характеризується посиленням глобальних екологічних викликів, серед яких основними є зміна клімату, деградація природних екосистем та зменшення біорізноманіття. На території України всі ці проблеми підсилюються в умовах активних воєнних дій, які завдають прямого та опосередкованого негативного впливу на природні екосистеми та здоров'я населення. Пошкодження та руйнування ландшафтів, забруднення ґрунтів і водних ресурсів, пожежі та порушення природних процесів потребують не лише відновлення, а також і підвищення рівня екологічної свідомості суспільства.

У цьому контексті екологічна освіта відіграє важливу роль як інструмент формування відповідального ставлення до довкілля та реалізації Цілей сталого розвитку (ЦСР) [2]. Відповідно до підходів ЮНЕСКО, освіта для сталого розвитку спрямована на формування компетентностей, необхідних для прийняття екологічно виважених рішень [1].

Важливу роль у цьому процесі відіграють природоохоронні установи. НПП «Деснянсько-Старогутський» є не лише об'єктом збереження природи, а й важливим освітнім осередком, що здійснює системну еколого-освітню діяльність. Крім того, парк є ядром біосферного резервату «Деснянський», який функціонує в межах міжнародної програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» (МАВ), що підкреслює його значення як території, де поєднуються охорона природи, сталий розвиток і екологічна освіта [1].

Важливою складовою в досягненні Цілей сталого розвитку є екологічна освіта. Насамперед це:

- здоровий спосіб життя та благополуччя (Ціль 3), формування усвідомлення впливу стану довкілля на здоров'я людини та сприяння екологічно безпечній поведінці;
- якісна та справедлива освіта для всіх (Ціль 4), яка передбачає формування у підростаючого покоління відповідних знань і навичок для сталого розвитку, екологічної культури та відповідального ставлення до способу життя;
- боротьба зі зміною клімату (Ціль 13), що включає підвищення обізнаності населення щодо кліматичних змін та можливих адаптаційних заходів;
- захист та відновлення екосистем суші (Ціль 15), що передбачає збереження біорізноманіття, раціональне використання природних ресурсів та їх відновлення [2].

Таким чином екоосвіта виступає не лише освітнім процесом, а є також і важливим інструментом практичної реалізації глобальних екологічних цілей. Адже вона сприяє формуванню екологічної свідомості, зміні поведінкових моделей та активній участі громад в природоохоронній діяльності.

Сучасні дослідження підтверджують, що екологічна освіта має суттєвий вплив на рівень екологічної відповідальності населення та сприяє розвитку сталих практик у повсякденному житті [3].

НПП «Деснянсько-Старогутський» є важливим природоохоронним об'єктом Сумської області, діяльність якого спрямована на збереження, відтворення, раціональне використання ландшафтів Лівобережного Полісся з типовими та унікальними природними комплексам а також формування екологічної культури населення [4]. Еколого-освітня діяльність є одним із ключових напрямів роботи парку.

Відділ еколого-освітньої роботи та рекреації парку реалізує широкий спектр заходів, спрямованих на різні категорії населення:

- учнівську молодь;
- студентів;
- педагогічних працівників;
- місцеві громади [4].

Важливою особливістю є активна взаємодія з багатьма освітніми установами регіону. Станом на початок 2026 року парк системно співпрацює з близько 20 закладами освіти, що свідчить про значне територіальне охоплення та системний характер екоосвітньої діяльності.

Основними формами роботи є:

- проведення тематичних уроку, лекцій, бесід;
- організація екозаходів та акцій;

- інформаційно-просвітницька діяльність в громадах;
- участь у наукових та освітніх конференціях, семінарах, вебінарах, навчаннях;
- розробка методичних матеріалів для роботи з дітьми, в тому числі враховуючи основи безбар'єрності;
- розробка інформаційних матеріалів природоохоронного спрямування [4].

А відповідно до безпекової ситуації в Сумській області більша частина екоосвітніх заходів, відповідно адаптована, та проводиться в онлайн форматі або в укриттях з дотриманням безпекових рекомендацій.

Така діяльність сприяє формуванню екологічної свідомості як підростаючого покоління так і дорослого населення, підвищення рівня обізнаності щодо природоохоронних питань та залучення громад до вирішення екологічних проблем. Діти з високим рівнем екологічної свідомості сьогодні – це свідомі громадяни країни в майбутньому.

Воєнні дії на території України суттєво впливають на стан навколишнього середовища та життя і здоров'я людей. Руйнування природних екосистем, забруднення водних і земельних ресурсів, знищення флори і фауни створюють довгострокові екологічні наслідки.

Крім того війна впливає на психологічний стан населення, знижує рівень уваги до екологічних проблем та ускладнює реалізацію природоохоронних заходів. В таких умовах особливо важливо зберігати та розвивати еколого-освітню діяльність, яка:

- підвищує рівень екологічної свідомості населення;
- сприяє відповідальному використанню природних ресурсів;
- формує розуміння і готовність до відновлення постраждалих територій;
- підтримує зв'язок людини і природи, як фактор психологічної стабільності.

Продовження активної екоосвітньої роботи навіть в умовах воєнного стану є важливим внеском у майбутнє сталого розвитку країни.

Отже, еколого-освітня діяльність НПП «Деснянсько-Старогутський» має вагоме практичне значення для регіону:

- формує екологічну культуру населення;
- поширює знання про природні ресурси та важливість їх збереження;
- залучає молодь до природоохоронної діяльності;
- розвиває партнерство між природоохоронними установами та закладами освіти різних рівнів.

Завдяки системній роботі парк виступає важливим осередком екологічної просвіти. Екоосвітня діяльність НПП «Деснянсько-Старогутський» є важливим елементом реалізації Цілей сталого розвитку на регіональному рівні, забезпечує формування екологічної свідомості населення, сприяє розвитку відповідального ставлення до природи та підтримує сталий розвиток територій.

В умовах воєнних викликів значення екоосвіти лише зростає, оскільки вона відіграє важливу роль у підготовці суспільства до відновлення довкілля та формування екологічно орієнтованого майбутнього.

Подальший розвиток еколого-освітньої діяльності в потребує, в першу чергу, настання миру в країні, відновлення природного та інфраструктурного середовища, розширення співпраці, впровадження сучасних підходів та підтримки на державному і регіональному рівнях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Education for Sustainable Development. UNESCO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.unesco.org/en/education/sustainable-development> (дата звернення: 26.04.2026).
2. Sustainable Development Goals. United Nations [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sdgs.un.org/goals> (дата звернення: 26.04.2026).
3. Ardoin N. M., Bowers A. W. Early childhood environmental education: A systematic review of the research (2020–2023) // Environmental Education Research. – 2023. – Режим доступу: <https://www.tandfonline.com> (дата звернення: 26.04.2026).
4. Деснянсько-Старогутський національний природний парк. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nppds.inf.ua/> (дата звернення: 26.04.2026).

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЗАБРУДНЮВАЛЬНИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ ПІД ЧАС СПАЛЮВАННЯ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ І ТОРФУ

СЕРГА Тетяна

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», м. Полтава, Україна
e-mail: tetjanaserga@gmail.com

У дисертаційному дослідженні приділено увагу важливому параметру при спалюванні побутових відходів: вимірюванню концентрацій забруднювальних речовин в атмосферне повітря. Вирішення цього аспекту є ключовим для забезпечення ефективності та екологічної безпеки процесу перероблення побутових відходів.

З цією метою було використано газоаналізатор ОКСІ 5М (рис. 1, а) для вимірювання газових компонентів під час спалювання. Експериментальні дослідження спалювання зразків проведено на базі кафедри теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики за допомогою твердопаливного котла (рис. 1, б) [1].



Рис. 1. а) газоаналізатор ОКСІ 5М; б) твердопаливний котел для спалювання альтернативних видів палива

Для дослідження підготовлено 15 проб для спалювання: папір і картон, пластик (поліпропілен), текстиль синтетичний, дерев'яні вироби й торф (по три проби кожного компоненту для зменшення похибки вимірювань). Вага досліджуваних зразків становила $1,0 \pm 0,1$ кг.

Під час експериментального дослідження визначено концентрації карбон (II) оксиду (CO), азоту (II) оксиду (NO), азоту (IV) оксиду (NO₂) та сульфур (IV) оксиду (SO₂). Встановлено відповідні середні концентрації забруднювальних речовин у димових газах при спалюванні горючих фракцій побутових відходів і торфу, що наведено в табл. 1. Оскільки дослідження виконувалися на експериментальній установці, яка використовується для досліджень, розробок та випробувань щодо удосконалення процесів спалювання та на якій обробляють менше 50 тонн відходів на рік [2], отримані результати порівняно з гранично допустимими концентраціями (максимально-разовими) хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць [3].

Таблиця 1. Середні концентрації газоподібних забруднювальних речовин

Середня концент- рація, мг/м ³	Вид палива					ГДК, мг/м ³ [3]
	Папір і картон	Пластик (поліп- ропілен)	Текстиль син- тетичний	Дерев'яні вироби	Торф брикет- ваний	
CO	3011,7	5875,2	8060,5	2120,1	3450,3	5,0
NO	107,1	285,4	310,2	114,6	115,5	0,4
NO ₂	163,4	367,3	340,6	135,9	178,2	0,2
SO ₂	382,6	210,8	225,1	142,2	360,7	0,5

Аналіз табл. 1 показує, що концентрації газоподібних забруднювальних речовин перевищують граничнодопустимі концентрації речовин в атмосферному повітрі. Це пояснюється:

– високі концентрації CO ($max = 8060,5 \text{ мг/м}^3$ (текстиль синтетичний), $min = 2120,1 \text{ мг/м}^3$ (дерев'яні вироби) при спалюванні спричинені неповним згорянням, при нестачі кисню або недостатньо високій температурі, та в залежності від хімічного складу й структури компонентів;

– значні концентрації NO ($max = 310,2 \text{ мг/м}^3$ (текстиль синтетичний), $min = 107,1 \text{ мг/м}^3$ (папір і картон) при спалюванні досліджуваних зразків виникли через нестабільний режим горіння і надлишку кисню та наявність азоту в складі побутових відходів;

– значні концентрації NO₂ ($max = 367,3 \text{ мг/м}^3$ (пластик), $min = 135,9 \text{ мг/м}^3$ (дерев'яні вироби) при спалюванні компонентів утворилися внаслідок окиснення нітроген (II) оксиду у димових газах. Основними причинами є високі температури горіння, надлишок кисню та наявність азотовмісних речовин у побутових відходах;

– значні концентрації SO₂ ($max = 382,6 \text{ мг/м}^3$ (папір і картон), $min = 142,2 \text{ мг/м}^3$ (дерев'яні вироби) при спалюванні побутових відходів і торфу виникли через згорання сірковмісних матеріалів при високих температурах горіння.

Для зменшення впливу концентрацій забруднювальних речовин в атмосферне повітря важливо використовувати сучасні технології очищення відходів та ефективні системи фільтрації, щоб забезпечити безпечний та екологічно чистий процес спалювання. Крім того, сприяння відновлювальним джерелам енергії та розвиток альтернативних методів перероблення побутових відходів може сприяти зниженню концентрацій повітря.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Голік, Ю.С., Кутний, Б.А., Гузик, Д.В., Чернецька, І.В., Чепурко, Ю.В., Серга, Т.М., Манейло, Є.М., Михайлюк, С.М., Грікіс, С.А. (2023). Нові лабораторні стенди кафедр теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики й прикладної екології та природокористування. *Збірник матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»*. С. 218–222.
2. Деякі питання експлуатації установок спалювання відходів та установок сумісного спалювання відходів від 25.04.2025 № 856. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0962-25#Text> (дата звернення: 08.05.2026).
3. Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць від 10.05.2024 № 813. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#n19> (дата звернення: 08.05.2026).

ВИКОРИСТАННЯ ГІС-СИСТЕМ ТА ДАНИХ ДЗЗ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ (НА ПРИКЛАДІ ВОДОСХОВИЩА БАСІВ КУТ)

¹ШЕРЕМЕТ Назарій,
²БРЕЖИЦЬКА Олена

*Національний Університет Водного Господарства та Природокористування, Рівне, Україна,
¹e-mail: n.v.sheremet@nuwm.edu.ua ²l.a.bregucka@nuwm.edu.ua*

На сьогодні у світі все більшого поширення набувають технології ДЗЗ, що застосовуються разом з ГІС-системами для моніторингу навколишнього середовища. Тому в даному дослідженні нами були проаналізовані можливості застосування веб-сайту Copernicus Browser, що надає доступ до супутникових знімків програми Sentinel, дозволяє їх візуалізовувати, створюючи композиції, а також індексні зображення. Даний сервіс надає можливості аналізу індексних значень у ретроспективі [1]. Об'єктом дослідження є – процеси заростання водосховища Басів Кут, що знаходиться в місті Рівне – адміністративному центрі Рівненської області. Адже актуальність дослідження забруднення водних ресурсів, починаючи із 60-х років минулого століття, залишається важливою складовою забезпечення сталого розвитку планети та окремих країн зокрема. На основі отриманих результатів, ми спробували визначити наявність тенденцій, що дозволять спрогнозувати майбутній стан водойми.

Джерелом водозабезпечення водосховища є річка Устя, тому воно є русловим, скидним. Загальна площа водойми – 100,2 га, при цьому площа водного дзеркала складає 91,28 га, середня глибина – 2,03 м [2]. Басів Кут був обраний для дослідження, тому що дана водойма використовується для скиду в неї стічних вод, які як відомо можуть викликати органічне та хімічне забруднення і в результаті провокувати подальший розвиток фітопланктону та заростання водойми вищими рослинами.

Дану штучну водойму було оцінено за трофо-сапробіологічними показниками, які показали, що поверхневі води належать до III класу якості води. Стан водного середовища – задовільний, стан за категорією – посередній, ступінь чистоти води – забруднена [2]. Показник завислих речовин у воді також стабільно показував значення в 10 разів вище норми, що разом із недостатнім рівнем кисню у воді означає, що на території водойми відбуваються процеси заростання.

Надалі дослідження було проведено за допомогою сервісу Copernicus Browser в декілька етапів. Найперше були відібрані супутникові знімки з 2015-го по 2026-й рік із відсутньою хмарністю в зоні інтересу, що були поділені на дві категорії: знімки, які були отримані до початку вегетації рослинності; знімки, в період активної вегетації.

Після цього знімки були оцифровані на сайті Copernicus Browser. При цьому територія водосховища, що була зарослою рослинністю, не використовувалася для оцифрування, щоб порівняти площу водного дзеркала у двох категоріях. Для оцифрування та визначення території водойми використовувався кольоровий композит «хибні кольори», який використовує ближнє інфрачервоне світло як червоне, червоне світло як зелене, а зелене світло як синє. Дана комбінація використовується для визначення щільності та здоров'я рослин. Оскільки рослини добре відбивають світло у двох смугах, то їх можна добре відділити від решти покриття [3]. Саме тому дана комбінація є дуже цінною для визначення рослинності у водоймі та на ґрунтах.

На основі отриманої оцифрованої площі водного дзеркала були побудовані графіки зміни площі водосховища у двох категоріях знімків.

Як видно з рис. 1, площа водосховища до вегетаційного періоду за час досліджень залишається майже незмінною та в середньому становить 0.93 км². Однак, площа водойми під час періоду вегетації досить значно змінилась. Зокрема в 2018-2017 роках спостерігалась найменша площа водойми, тобто в цей період водойма найбільше заростала. Однак, з 2018-го року по 2023-й спостерігалось збільшення площі водойми, що свідчить про зменшення заростання водосховища. З 2023-го по 2025-й рр. площа водойми залишилась стабільною, досягнувши свою максимальну площу у 0.86 км².

Наступним етапом стало визначення значення NDVI на знімках. Зокрема даний індекс може бути корисним для визначення стану с.-г. культур на полях, їхньої забур'яненості, складу та стану лісового покриву, визначення процесів знеліснення. В цілому, він націлений на визначення рослинності, завдяки застосуванню математичних операцій над каналами в червоній та ближній інфрачервоній областях спектру, що в результаті формують зображення індексу.

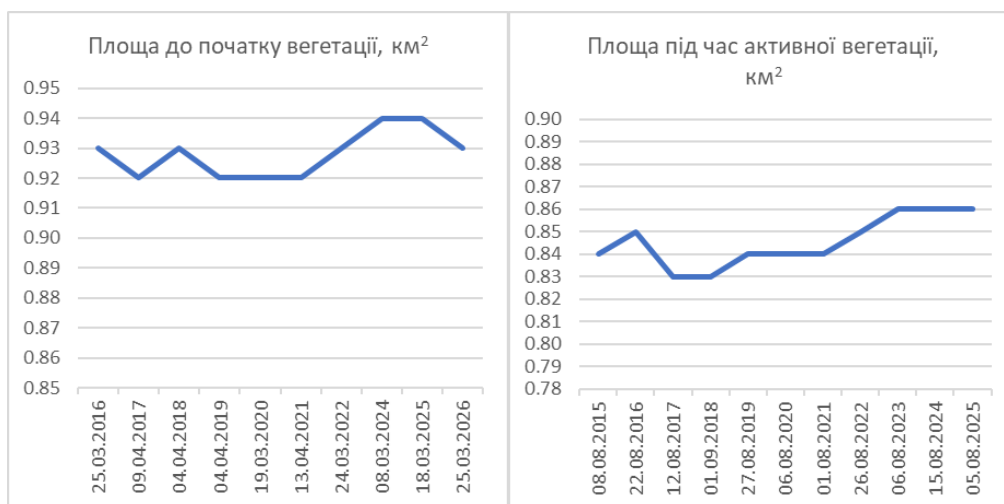


Рис. 1. Графіки зміни площі водойми до активної вегетації та під час активної вегетації

Найперше був використаний інструмент «Statistical Info chart», що побудував графік статистичної інформації на основі середніх значень індексу NDVI в межах обраної зони інтересу на основі знімків за останні 5 років. Однак, даний інструмент не є точним, адже знімки можуть бути задимленими, але вони також будуть використані для аналізу. Для того, щоб скорегувати графік, ми вирішили відсіяти всі інші знімки та залишити лише ті, що були обрані для аналізу, що були зроблені під час активної вегетації, та визначити на них середнє значення NDVI. При цьому зона інтересу обмежувала територію водосховища разом із прибережною рослинністю, що скупчувалась на території водного плеса. В результаті був отриманий графік відображений на рисунку 2 А. Як ми можемо побачити з даного графіка – значення NDVI впродовж років коливається, однак залишається приблизно на однаковому рівні. Тобто даний графік не підтверджує тенденцію, що ми отримали при аналізі площі. Для подальшого аналізу, ми оцифрували межу, що включала територію водного плеса без скупченої рослинності для кожного знімку окремо, серед знімків, що були зроблені під час вегетації. Та за допомогою інструменту «Statistical Info chart» визначили середні значення NDVI і побудували графік, наведений на рисунку 2 Б. Як ми бачимо, графіки є відносно аналогічними, відрізняються лише абсолютні значення. При чому різниця значень майже однакова для кожного року. Це означає те, що кількість рослинності, яка скупчується біля берегів, майже не змінюється і водойма заростає майже однаково кожного року.

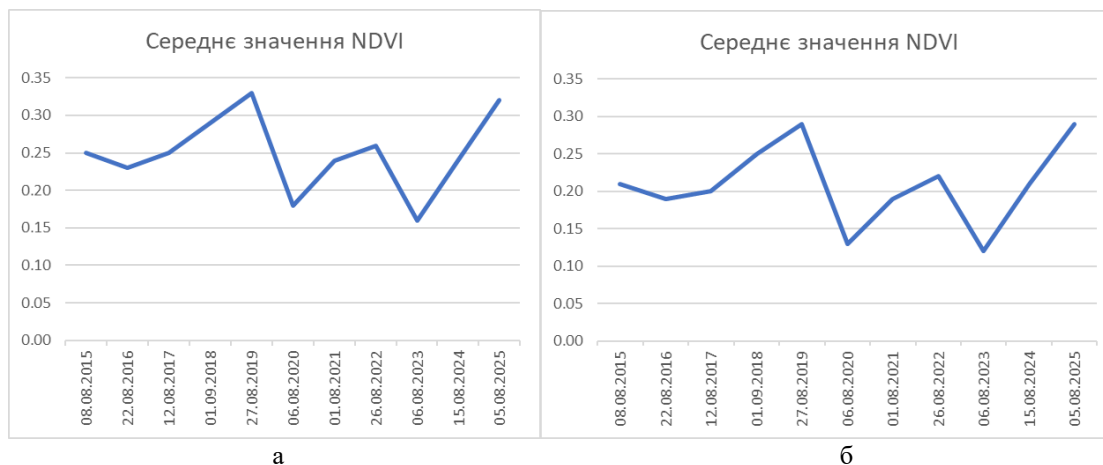


Рис 2. а – Графік середніх значень NDVI, визначених впродовж років, автоматично за допомогою сайту.
 б – Графік середніх значень NDVI, отриманих для кожного знімку окремо

Після проведеного дослідження ми можемо зробити висновок, що хоч збільшується площа водного дзеркала і зменшується площа видимої рослинності, заростання водойми все одно знаходиться на високому рівні, що означає те, що води вдсх. Басів Кут потребують очищення, щоб запобігти подальшого погіршення ситуації. Згідно рис. 2 Б, середнє значення NDVI складає 0.21, що за даними наведеними на сайті Copernicus Browser відповідає території зарослою чагарниками або пасовищу [1]. За даними EOS DATA ANALYTICS це значення відповідає розрідженій рослинності [4]. Для водних поверхонь значення індексу NDVI повинно становити близьке до -1. Що ще раз підтверджує наявність високої фотосинтетичної активності в теплі періоди року на території водосховища. У цілому, тенденція забруднення водойми прямує до зменшення території завислої рослинно-

сті, проте органічне забруднення у вигляді фотосинтетично активної рослинності залишатиметься на однаковому рівні, що потребує невідкладного вирішення ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. CDSE COPERNICUS DATA SPACE ECOSYSTEM Copernicus Browser. URL: <https://dataspace.copernicus.eu/ecosystem/services/copernicus-browser> (дата звернення: 01.05.2026).
2. Клименко М. О., Прищепя А. М., Клименко О. М., Стецюк Л. М. О-94. Оцінювання стану водних екосистем за показниками біотестування: Монографія. – Рівне. НУБГП, 2014. – 170 с.
3. NASA Earth Observatory. Why is that Forest Red and that Cloud Blue? How to Interpret a False-Color Satellite Image. URL: <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/how-to-interpret-a-false-color-satellite-image/> (дата звернення: 05.05.2026).
4. EOS DATA ANALYTICS. NDVI: Що Потрібно Знати Фермеру Для Аналізу Вегетації? URL: <https://eos.com/uk/blog/ndvi-rytannia-i-vidpovid/> (дата звернення: 07.05.2026).

ECOSYSTEM RESTORATION OF WAR-AFFECTED TERRITORIES AS A COMPONENT OF POST-WAR RECOVERY: EUROPEAN EXPERIENCE AND IMPLICATIONS FOR UKRAINE

¹SHERSTIUK Maryna,
¹YAROSHENKO Nataliia,
²SHERSTIUK Mykola

¹Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
 e-mail: maryna_skliar@ukr.net, nataliia.yaroshenko@snau.edu.ua
²State Environmental Inspectorate in Sumy region, Sumy, Ukraine
 e-mail: n.sherstuk@ukr.net

Post-war recovery increasingly includes environmental restoration as a strategic component of sustainable regional development and national resilience. Armed conflicts transform landscapes through soil degradation, hydrological disruption, habitat fragmentation and biodiversity loss, but at the same time create conditions for the emergence of new ecological trajectories [1]. In this context, ecosystem restoration of war-affected territories becomes not only an environmental task but also an important element of rebuilding socio-economic stability and strengthening ecological security.

The purpose of this study is to analyse ecosystem recovery pathways in former military landscapes using European case studies and to identify their relevance for post-war recovery strategies in Ukraine, with particular attention to the role of scientific institutions and academic cooperation in supporting restoration processes.

The research is based on a comparative qualitative approach combining literature analysis, spatial interpretation and field observations conducted in post-military landscapes in Germany, including the Harz region, Lower Saxony, Brandenburg, the Dönche reserve and bunker complexes on Usedom Island. These territories represent different ecological contexts and management approaches, allowing identification of transferable principles of post-disturbance ecosystem recovery [2].

The results demonstrate that former military areas can become important elements of ecological infrastructure supporting biodiversity conservation and landscape stabilization. In the Harz region, large-scale forest disturbance triggered structural transformation of spruce monocultures and stimulated natural regeneration processes leading to the formation of more climate-resilient mixed forests. This example confirms the effectiveness of controlled natural succession as a cost-efficient restoration strategy for disturbed forest ecosystems in post-war conditions [3].

Former military training grounds in Lower Saxony illustrate the importance of adaptive management for maintaining disturbance-dependent ecosystems such as dry grasslands and heathlands. Without periodic management interventions, these habitats rapidly lose biodiversity value [5]. Therefore, restoration planning should integrate targeted measures including grazing and vegetation control in order to preserve habitat mosaics formed during military disturbance.

Large post-military territories in Brandenburg demonstrate the effectiveness of passive restoration and rewilding processes in restoring trophic interactions, hydrological systems and species diversity [4]. Such landscapes may serve as future ecological corridors and components of national green infrastructure networks in war-affected regions where intensive land use is temporarily limited due to contamination risks or safety restrictions.

Peri-urban protected areas such as Dönche confirm the potential of former military territories to function as multifunctional green infrastructure supporting biodiversity conservation, recreation and environmental education. Similarly, bunker landscapes on Usedom Island illustrate how military infrastructure can be integrated into cultural memory landscapes and nature-based tourism systems, contributing to sustainable regional recovery [2].

The analysed European experience highlights the importance of integrating ecosystem restoration into broader post-war reconstruction strategies. Universities and academic networks play a key role in this process by providing scientific expertise, monitoring methodologies, spatial planning support and interdisciplinary training for specialists involved in environmental recovery of war-affected territories [6].

For Ukraine, where large areas are currently undergoing environmental transformation as a result of armed conflict, restoration strategies should be based on differentiated approaches depending on landscape characteristics. Natural regeneration should be prioritised in forest ecosystems, adaptive management should support newly formed open habitats, and extensive damaged territories may be designated as ecological corridors or restoration reserves within national biodiversity networks [1].

Thus, ecosystem restoration of war-affected territories represents not only an environmental necessity but also a strategic component of post-war recovery that strengthens climate resilience, supports sustainable land use and enhances the role of universities as key actors in rebuilding environmentally secure regions.

REFERENCES

1. UNEP. (2022). *Environmental impacts of armed conflicts and ecosystem recovery pathways*. United Nations Environment Programme.
2. Ellwanger, G., Reiter, K. (2019). Nature conservation on decommissioned military training areas – German approaches and experiences. *Journal for Nature Conservation*, 49, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2019.02.003>
3. Navarro, L. M., Pereira, H. M. (2012). Rewilding abandoned landscapes in Europe. *Ecosystems*, 15, 900–912. <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9558-7>
4. Svenning, J.-C., Pedersen, P. B. M., Donlan, C. J., et al. (2016). Science for a wilder Anthropocene: synthesis and future directions for rewilding research. *PNAS*, 113(4), 898–906. <https://doi.org/10.1073/pnas.1502556112>
5. Reif, J., Marhoul, P., Šťastný, K. (2023). Biodiversity changes in abandoned military training areas: relationships to management approaches across taxa. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1243568. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1243568>
6. European Environment Agency (EEA). (2020). *State of nature in the EU: Results from reporting under the nature directives 2013–2018*. Luxembourg.

AGROFORESTRY FOR SOIL RESTORATION AND CROP RESILIENCE IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

**SKLIAR Viktoriia,
KLYMENKO Hanna,
BUTENKO Andrii**

*Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
e-mail: skvig@ukr.net*

The agricultural sector of Ukraine is currently facing significant environmental challenges, among which soil degradation, intensified by military impacts, has become especially critical. Disturbance of soil structure, depletion of soil organic matter, and increased risks of wind and water erosion necessitate the implementation of effective nature-based solutions.

Agroforestry represents one of the most promising approaches [1-3]. As an integrated land-use system combining agricultural crops with woody vegetation, agroforestry enhances the ecological stability of agricultural landscapes. Under current conditions, it serves not only as a tool for increasing productivity but also as a powerful mechanism for ecosystem restoration, particularly in war-affected regions.

Our field observations conducted in the Forest-Steppe zone of the Sumy region clearly indicate that tree-based protective elements significantly modify the microclimate within agricultural landscapes. Within their zone of influence: air temperature is moderated due to reduced wind speed; relative humidity increases; heat and moisture are distributed more evenly across the field.

The most pronounced effect was consistently observed at distances of 50-150 m from tree-based structures. In this zone, we recorded the most favorable combination of temperature and humidity, creating optimal conditions for plant growth and development.

In contrast, open fields lacking woody components exhibited a more extreme microclimate. Higher air temperatures combined with lower humidity levels resulted in increased environmental stress for crops.

Winter field measurements further showed that areas influenced by tree-based systems accumulated snow more evenly, without sharp spatial variations in snow depth. This contributes to improved soil moisture recharge and enhances water availability during the spring growing period.

The density of crop populations was found to be strongly influenced by the presence of agroforestry elements. In our research in winter wheat crops maximum plant density was observed within the optimal influence zone (100-150 m), while slightly reduced values were recorded in close proximity (5-10 m), likely due to competition effects.

In open fields without tree-based structures, plant density was lower and exhibited higher spatial variability.

A strong positive correlation between plant survival and snow cover depth was identified ($r \approx 0.75$), highlighting the importance of agroforestry systems in regulating winter ecological conditions.

Agroforestry systems had a significant positive impact on plant morphological development winter wheat: increased plant height, leaf area, and biomass accumulation; improved development of reproductive organs; enhanced photosynthetic capacity.

The highest values of morphological parameters were recorded in the central parts of fields (100-200 m from tree-based elements), with all differences being statistically significant.

In contrast, fields without woody vegetation showed irregular and statistically insignificant variations in morphological traits, indicating the absence of stabilizing environmental factors.

Tree-based elements also influenced the vitality structure of crop populations. Near these elements, a higher proportion of low-vitality plants was observed. However, at distances of 100-200 m, populations were dominated by high-vitality individuals, forming “thriving” populations. A clear trend of increasing population quality index with distance from tree-based elements was identified.

Crop yield directly reflected these patterns. On average, winter wheat yield increases of approximately 5 centners per hectare were recorded compared to open fields, with the highest productivity observed within the optimal microclimatic zone.

The results confirm that agroforestry is a key component of sustainable land management. Its importance is particularly evident under current conditions characterized by: climate change (droughts and temperature variability); soil degradation; war-related disturbances of agricultural landscapes.

Tree-based agroforestry systems provide multiple ecosystem services: reduction of erosion processes; enhancement of soil organic matter accumulation; improvement of soil water balance; restoration of biodiversity. In the context of post-war recovery, agroforestry can be considered a fundamental nature-based solution for land rehabilitation and

ecological restoration. Tree-based agroforestry elements play a crucial role in stabilizing microclimatic conditions and optimizing soil water and thermal regimes. Their presence enhances crop density, plant vitality, and morphological development, ultimately leading to increased productivity. Agroforestry systems are an effective tool for restoring degraded soils, particularly in regions affected by military activities. The development of integrated agroforestry networks should therefore be considered a strategic priority for ensuring the sustainable development of agricultural landscapes in the Forest-Steppe zone of Ukraine.

REFERENCES

1. Wilson, M. H., & Lovell, S. T. (2016). Agroforestry - The next step in sustainable and resilient agriculture. *Sustainability*, 8(6), 574.
2. Raj, A., Jhariya, M. K., Yadav, D. K., Banerjee, A., & Meena, R. S. (2019). Agroforestry: a holistic approach for agricultural sustainability. In *Sustainable agriculture, forest and environmental management* (pp. 101-131).
3. Rosati, A., Borek, R., & Canali, S. (2021). Agroforestry and organic agriculture. *Agroforestry Systems*, 95(5), 805-821.

СКЛАД ТА СТРУКТУРА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ СУМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

СКЛЯР Юрій,
КАЦЯРА Катерина

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
e-mail: sul_bio@ukr.net

Природно-заповідний фонд (ПЗФ) сформований як багаторівнева система, яка об'єднує об'єкти різного статусу – від загальнодержавного до місцевого. Така організація дозволяє охопити широкий спектр природних комплексів і типів екосистем.

На сучасному етапі природно-заповідний фонд Сумської територіальної громади налічує 19 об'єктів загальною площею 998,8888 га (рис.1) [1].

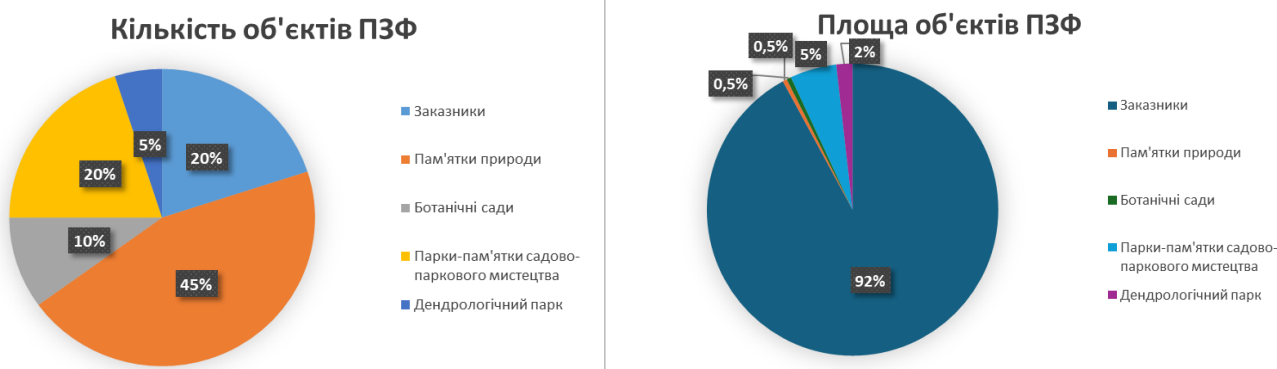


Рис.1. Загальна характеристика об'єктів ПЗФ Сумської територіальної громади

Аналіз структури ПЗФ Сумської міської територіальної громади за кількісними показниками свідчить про суттєве переважання пам'яток природи, частка яких становить 47% від загальної кількості об'єктів. Це вказує на орієнтацію природоохоронної діяльності на збереження окремих унікальних природних елементів, що мають наукову та естетичну цінність.

Частка заказників і парків-пам'яток садово-паркового мистецтва є співставною і становить приблизно по 21%, що свідчить про їх вагому, хоча й не домінуючу, роль у структурі ПЗФ громади. Найменше представлені залишаються ботанічні сади, частка яких відповідає майже 10% та дендрологічні парки – представлені лише одним об'єктом. Тобто з існуючих в Україні 11 категорій об'єктів ПЗФ в межах Сумської ТГ представлені лише п'ять.

Водночас аналіз розподілу площ природно-заповідного фонду демонструє дещо іншу закономірність. Незважаючи на відносно невелику кількість, заказники переважають за площею – 93% від загальної площі ПЗФ. Вони охоплюють значні за розмірами природні території, зокрема, лісові, лучні та водно-болотні угіддя.

Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва займають близько 5% загальної площі. Дендрологічний парк займає лише 2% від загальної площі природно-заповідного фонду громади, а пам'ятки природи та ботанічні сади разом близько 1%. Такий незначний показник зумовлений тим, що ці об'єкти, як правило, мають локальний характер і займають невеликі території, зосереджуючись на охороні окремих природних елементів або колекцій рослин. Пам'ятки природи та всі штучні об'єкти ПЗФ громади розташовані в межах лише одного населеного пункту – м. Суми. Що вказує на певну диспропорцію у розвитку мережі природоохоронних об'єктів на території громади.

Зазначене свідчить, що ПЗФ громади репрезентований територіями та об'єктами із різними режимами охорони та використання, що є позитивним з точки зору поєднання природоохоронних цілей із соціально-економічними інтересами населення.

За рівнем значення більшість об'єктів ПЗФ Сумської ТГ належить до категорії місцевого значення, що визначає особливості їх управління та фінансування. Водночас їх значення виходить за межі локального рівня, оскільки вони забезпечують збереження типових і унікальних природних комплексів.

У межах Сумської ТГ рівень заповідності становить близько 2,9%, що є відносно невисоким показником. Для порівняння, середній рівень заповідності по Сумській області складає приблизно 7,5%, що більш ніж у двічі перевищує аналогічний показник громади. Така різниця свідчить про недостатній рівень розвитку природно-заповідного фонду на локальному рівні та обмежене охоплення території об'єктами природоохоронного призначення.

Низький рівень заповідності Сумської громади пояснюється низкою факторів. По-перше, значна частина території зайнята урбанізованими та сільськогосподарськими землями, що обмежує можливості для створення нових заповідних об'єктів. По-друге, існуючі об'єкти природно-заповідного фонду мають переважно локальне значення та невеликі площі, що знижує їх внесок у загальний показник заповідності. По-третє, процес створення нових об'єктів ПЗФ потребує належного наукового обґрунтування, фінансування та організаційної підтримки, що не завжди забезпечується на достатньому рівні.

Водночас навіть за умов відносно низького рівня заповідності об'єкти природно-заповідного фонду громади відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття та підтриманні екологічної рівноваги. Вони виступають осередками збереження природних екосистем, формують основу локальної екомережі.

Перспективними напрямками поліпшення кількісних та якісних характеристик ПЗФ громади є створення нових заказників і пам'яток природи на територіях із високою природоохоронною цінністю, розширення існуючих об'єктів, а також включення до складу ПЗФ природних комплексів, що виконують важливі екологічні функції (заплави річок, лісові масиви, водно-болотні угіддя).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Природно-заповідний фонд Сумської ОТГ. PZF.Land: веб-сайт. URL: <https://pzf.land.kiev.ua/pzf-obl-18.php> (дата звернення: 04.05.2026).

ЕКОЛОГІЧНО СТАЛЕ УПРАВЛІННЯ ЛІСОВИМИ РЕСУРСАМИ ЧЕРКАСЬКОЇ ОБЛАСТІ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

ТКАЧУК Оксана

Черкаський державний технологічний університет, Україна,
e-mail: o.tkachuk@chdtu.edu.ua

Лісові екосистеми є одним із ключових компонентів природного середовища, що забезпечують екологічну стабільність територій, підтримання біорізноманіття, регулювання водного балансу та формування кліматичних умов. В умовах глобальних кліматичних змін, інтенсифікації антропогенного навантаження та деградації земель проблема екологічно сталого управління лісовими ресурсами набуває стратегічного значення для України загалом і Черкаської області зокрема.

Черкаська область розташована в межах лісостепової природної зони, для якої характерний недостатній рівень лісистості. За даними Державного агентства лісових ресурсів України, площа земель лісового фонду області становить близько 341 тис. га, а рівень лісистості – лише 16,3 %, що є нижчим за екологічно оптимальний показник для лісостепу (20-22 %) [1]. За розрахунками науковців, збільшення лісистості області на 1 % потребує створення близько 20 тис. га нових лісів [6]. Значна частина насаджень належить до категорії захисних лісів і природоохоронних територій. Основними лісотвірними породами є сосна звичайна, дуб звичайний, ясен звичайний, вільха чорна, акація біла. Середній вік насаджень поступово збільшується, що свідчить про старіння деревостанів та зниження їх біологічної стійкості [2]. Наукові дослідження засвідчують, що близько 35 % лісів області є стиглими та перестійними, а це підвищує ризики всихання деревостанів і втрати екологічних функцій лісу [3].

Ліси Черкащини мають важливе кліматорегулююче значення. Один гектар зрілого лісу здатний щороку поглинати від 10 до 15 т CO₂, а також продукувати до 8-10 т кисню [4]. Таким чином, лісові екосистеми області є важливим чинником пом'якшення наслідків глобального потепління. Черкаська область характеризується високим рівнем сільськогосподарського освоєння території. Розораність земель перевищує 60 %, а в окремих районах сягає 70-75 % [5]. Це призводить до активізації водної та вітрової ерозії, зниження родючості ґрунтів, втрати природних екосистем, порушення водного режиму територій. Науковці зазначають, що збільшення лісистості області хоча б до 20 % дозволить суттєво зменшити інтенсивність ерозійних процесів та стабілізувати агроландшафти [6].

Найбільш актуальною проблемою лісового господарства залишається незаконна заготівля деревини, що має як екологічні, так і соціально-економічні наслідки. Загалом по Україні у 2025 р. Держлісагентство повідомило про 4,9 тис. випадків незаконних рубок обсягом 45,8 тис. м³ і шкодою 1,07 млрд грн [1].

Однією з найнебезпечніших тенденцій останніх років є погіршення санітарного стану лісів, що зумовлене комплексом кліматичних та біотичних чинників. Серед них ключову роль відіграють підвищення середньорічної температури, дефіцит ґрунтової та атмосферної вологи, тривалі посухи, а також масове поширення шкідників та хвороб лісових порід. Особливо вразливими до цих процесів є соснові та дубові насадження, які втрачають стійкість до несприятливих умов і стають більш схильними до ураження комахами-фітофагами та патогенними організмами. У лісах Черкаської області вже фіксуються небезпечні явища: масове всихання дуба звичайного (*Quercus robur*) та активне поширення короїдів (*Ips* spp.), що призводить до деградації значних площ лісових екосистем. За оцінками кліматологів, середньорічна температура повітря в центральних регіонах України за останні 30 років зросла приблизно на 1,2-1,4 °C, що суттєво впливає на стійкість лісових екосистем [8]. Зростання температури та зменшення кількості опадів сприяють підвищенню пожежної небезпеки. Найбільш уразливими є хвойні насадження. За даними Держлісагентства України, у 2024 році внаслідок лісових пожеж було пошкоджено понад 17,9 тис. га лісових масивів [1]. Ризик виникнення пожеж є особливо високим у літній період, коли поєднання високих температур, тривалих посух та інтенсивного рекреаційного навантаження створює критичні умови для загоряння. Найбільш уразливими залишаються рекреаційні зони та ліси поблизу населених пунктів, де антропогенний фактор (недбале поводження з вогнем, залишене сміття) значно підвищує ймовірність займання. У цьому контексті особливого значення набуває інтеграція превентивних заходів у стратегію сталого лісокористування. Така статистика свідчить про масштабність проблеми та актуальність розробки ефективних заходів протипожежної безпеки.

Для Черкаської області нами розроблена Схема ключових принципів вдосконалення сталого управління лісовими ресурсами. Запропоновані напрями дозволяють систематизувати основні управлінські заходи, спрямовані на підвищення екологічної стійкості лісових екосистем, збереження біорізноманіття та раціональне використання лісових ресурсів (рис. 1).



Рис. 1. Ключові принципи вдосконалення сталого управління лісовими ресурсами (розроблено О. Ткачук)

Схема відображає основні принципи формування екологічно орієнтованого підходу до сталого управління лісами. Центральним елементом є комплексне управління лісовими ресурсами, яке поєднує підвищення лісистості, цифровізацію лісового господарства, моніторинг лісів, охорону від незаконних рубок і розширення природно-заповідного фонду. Окремо виділено соціально-економічний напрям, що передбачає участь територіальних громад в управлінні лісами. Концепція базується на принципах невиснажливого використання природних ресурсів та збереження екологічних функцій лісу. Важливим напрямом є впровадження наближеного до природи лісівництва, яке передбачає формування мішаних багатовікових насаджень, більш стійких до кліматичних стресів [9]. Одним із ключових завдань є створення нових лісових насаджень на деградованих та малопродуктивних землях. Особливе значення мають позахисні лісосмуги, водоохоронні ліси та захисні насадження вздовж річок.

Використання цифрового моніторингу дозволить контролювати незаконні рубки, оцінювати стан деревостанів та прогнозувати пожежну небезпеку. В Україні впроваджується система електронного обліку деревини та геоінформаційний портал відкритих лісових даних. Для підвищення стійкості лісових екосистем регіону необхідно створювати мішані насадження, використовувати посухостійкі породи та формувати протипожежні розриви. Екологічно стале управління повинно враховувати прогнозоване зростання температури та збільшення дефіциту вологи в лісостеповій зоні України.

Реалізація зазначених заходів сприятиме підвищенню екологічної стійкості Черкаської області, збереженню біорізноманіття та забезпеченню збалансованого природокористування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державне агентство лісових ресурсів України. Офіційний сайт. URL: <https://forest.gov.ua>
2. Лісовий фонд України: статистичний збірник. Київ: Держстат України, 2024.
3. Бондар О.І., Фурдичко О.І. Екологічний стан лісових екосистем України. Київ: НАН України, 2022.
4. Odum E. Fundamentals of Ecology. Philadelphia: Saunders, 2019.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Черкаській області. Черкаси, 2024.
6. Генсірук С.А. Ліси України. Львів: Світ, 2020.
7. Туниця Ю.Ю. Екологічна економіка і ринок природних ресурсів. Львів: Ліга-Прес, 2021.
8. Кліматичні зміни в Україні: регіональні наслідки та адаптація: монографія / за ред. В. І. Осадчого. Київ, 2022.
9. Debryniuk Yu. (2021). Principles of Close-to-Nature Forestry in Ukraine. *Forestry Studies*. Vol. 74. P. 15–27.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО
ФОНДУ СУМСЬКОГО РАЙОНУ¹ВАЩЕНКО Єлизавета,
²ТИХОНОВА ОленаСумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
¹e-mail: lizavasko5@gmail.com ²e-mail: ur5apn@ukr.net

Воєнні дії впливають на природні екосистеми через декілька механізмів: пряме фізичне знищення рослинності внаслідок обстрілів і пожеж; хімічне забруднення ґрунтів і водойм паливно-мастильними матеріалами та продуктами вибухових речовин; механічне порушення ґрунтового покриву важкою гусеничною технікою; акустичний стрес від вибухів, що спричиняє дезорієнтацію та загибель тварин; мінне забруднення, яке унеможливає проведення природоохоронних заходів протягом багатьох років [2, 4]. Особливо вразливими є рідкісні та ендемічні види, занесені до Червоної книги України, популяції яких нечисленні і мають вузькі ареали. За даними міжнародних досліджень, повне відновлення ушкоджених екосистем після збройних конфліктів високої інтенсивності може тривати від 10 до 50 років [5].

Повномасштабна збройна агресія проти України, що розпочалася 24 лютого 2022 року, завдала безпрецедентної шкоди природно-заповідному фонду (ПЗФ) країни. Сумський район виявився одним із перших у зоні активних бойових дій, що зумовило значні екологічні втрати на його заповідних територіях. За даними Департаменту захисту довкілля та природних ресурсів Сумської ОДА, внаслідок воєнних дій станом на 2026 р безпосередньо порушено та пошкоджено 3062,9 га заповідних територій Сумського району, що становить понад 30,6 км². Окрім цього, опосередкованого впливу бойових дій через шумовий тиск зазнали прилеглі об'єкти ПЗФ загальною площею щонайменше 4126 га.

Серед постраждалих об'єктів - чотири заповідні території, що перебували безпосередньо в зоні або поблизу активних бойових дій: природний заповідник «Михайлівська цілина», ландшафтний заказник «Середньосеймський», ботанічний заказник «Банний яр», орнітологічний заказник «Журавлиний», загальнозоологічний заказник «Золотарівський», гідрологічний заказник «Миропільський», ландшафтний заказник «Битицький», ботанічний заказник «Лунарієвий» [1].

Акустичний стрес від артилерійських обстрілів порушив гніздування птахів та поведінку комах-запилювачів на прилеглих степових ділянках природного заповідника «Михайлівська цілина» (882,9 га) в межах якого зберігається цілинний степ Лівобережної України, з унікальними угрупованнями різнотравно-типчаково-ковилової рослинності. Тут зростають ковила пірчаста (*Stipa pennata* L.), сон лучний (*Pulsatilla pratensis* Mill.), горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.), занесені до Червоної книги України.

Ландшафтний заказник «Середньосеймський» (2020,8 га) в заплаві р. Сейм біля державного кордону з РФ зазнав інтенсивного хімічного забруднення та механічного порушення військовою технікою. Заказник є середовищем існування видри річкової (*Lutra lutra* L.), бобра річкового (*Castor fiber* L.), занесених до різних охоронних списків. В повільних водах р. Сейм зростають обширні угруповання регіонально рідкісного виду латаття білого (*Nymphaea alba* L.), занесені до Зеленої книги України.

Механічне порушення ґрунтового покриву та пошкодження підліску внаслідок переміщення військової техніки зафіксоване в ботанічному заказнику «Банний яр» (236 га), який представляє собою лісовий масив між смт. Кияниця та с. Могриця, де зростає обширна популяція рідкісної лісової орхідеї любки дволистої (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), занесеної до Червоної книги України [3]. Через вибухи страждають лісові види тварин: лось звичайний (*Alces alces* L.), кабан дикий (*Sus scrofa* L.), сарна європейська (*Capreolus capreolus* L.).

Орнітологічний заказник «Журавлиний» (258 га) - оселище журавля сірого (*Grus grus* L.) та чорного лелеки (*Ciconia nigra* L.) - рідкісних видів, занесених до Червоної книги України. Обидва види надзвичайно чутливі до акустичного стресу під час інкубаційного періоду, постійні вибухи призводять до залишення гнізд і загибель кладок.

В загальнозоологічному заказнику місцевого значення «Золотарівський» (150,6 га) від акустичного стресу через вибухи страждають популяції мисливських видів тварин – зайця сірого (*Lepus europaeus* Pallas.), сарни, куріпки сірої (*Perdix perdix* L.) та рідкісних видів птахів, занесених до охоронного списку Бернської конвенції: яструб великий (*Accipiter gentilis* L.), канюк звичайний (*Buteo buteo* L.), лунь болотяний (*Circus aeruginosus* L.), сова вухата (*Asio otus* L.), деркач (*Crex crex* L.), одуд (*Upupa epops* L.) та багато інших видів тварин.

На території гідрологічного заказника «Миропільський» (1304,8 га) безпосередньо від бойових дій постраждало угруповання 100-річних дубів і популяції диких лісових тварин – горностая (*Mustela erminea* L.), видри річкової, луня польового (*Circus cyaneus* L.), журавля сірого, лелеки чорного.

В ландшафтному заказнику місцевого значення «Битицький» (867,5 га), який розташований на сході Сумського району, від міліарного впливу порушені місця проживання тварин, занесених до Червоної книги України, таких як орел-карлик (*Hieraetus pennatus Gmelin.*), лелека чорний, видра річкова, горностай, мідянка (*Coronella austriaca Laurenti*), регіонально-рідкісних видів, таких як бобер річковий, шуліка чорний (*Milvus migrans Bodd.*) вальдшнеп (*Scolopax rusticola L.*), лунь лучний (*Circus pygargus L.*), видів з охоронного списку Бернської конвенції – яструб великий, соловейко східний (*Luscinia luscinia L.*), щиглик звичайний (*Carduelis carduelis L.*), ремез звичайний (*Remiz pendulinus L.*), тритон гребінчастий (*Triturus cristatus Laurenti*), квакша звичайна (*Hyla arborea L.*).

Ботанічний заказник місцевого значення «Лунарієвий» (340 га) – унікальна місцевість, де зростають обширні популяції рідкісних Червонокнижних видів - лунарії оживаючої (*Lunaria rediviva L.*) та цибулі ведмежої (*Allium ursinum L.*) та видів рослин, занесених до Червоного списку Сумської області - страусове перо звичайне (*Matteuccia struthiopteris (L.)Tod.*), зірочник гайовий (*Stellaria nemorum L.*), костриця найвища (*Festuca altissima All.*). Територія заказника в даний момент знаходяться безпосередньо на лінії фронту з відповідними наслідками.

Таким чином, воєнні дії завдали комплексного, важковідновлюваного збитку ПЗФ Сумського району та поставили під загрозу існування популяцій багатьох видів флори і фауни, занесених до Червоної книги України та інших охоронних списків. Вирішення проблеми потребує системного документування завданих збитків, розробки програми екологічної реабілітації та відновлення охоронного режиму заповідних об'єктів після завершення активної фази війни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас-довідник «Природно-заповідний фонд Сумської області». К.: ТОВ «Українська картографічна група», 2016. 94 с. [Режим доступу: http://www.pek.sm.gov.ua/images/docs/pzf/Atlas_Sumska_2019.pdf]
2. Держекоінспекція України. Звіт про стан навколишнього природного середовища в умовах воєнних дій. Київ, 2023. 84 с. [Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/03/Rozmishhennya-Zvit-po-vykonannyu-NPD-za-2023.pdf>]
3. Заказник «Банний яр». [Режим доступу: <http://www.turystam.in.ua/2011-11-07-10-46-51/204-2012-06-13-14-44-17/3928-q-q71/amp>]
4. Dudley N., Stolton S. Running to Stand Still: The Case for Nature Protected Areas. WWF International, 2020. 112 p. [Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/340124368_Leaving_Space_for_Nature_The_Critical_Role_of_Area-Based_Conservation].
5. Global Trends in Science, Technology and Economy: Collection of Scientific Papers with Proceedings of the 3rd International Scientific and Practical Conference. International Scientific Unity. September 17-19, 2025. Graz, Austria. 297 p

РЕКРЕАЦІЙНЕ НАВАНТАЖЕННЯ ЯК ЧИННИК ЗМІН ПРИРОДНИХ КОМПЛЕКСІВ ТЕРИТОРІЙ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ (НА ПРИКЛАДІ НПП «ПУЩА РАДЗІВІЛА»)

**ЯНИЦЬКА Софія,
КОВАЛЬЧУК Наталія**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна,
e-mail: sofyanizka@gmail.com*

Території природно-заповідного фонду відіграють важливу роль у збереженні біорізноманіття, підтриманні екологічної рівноваги та забезпеченні сталого розвитку регіонів. Поряд із природоохоронною функцією вони виконують рекреаційну, освітню та наукову роль, що зумовлює необхідність їх використання для туризму та відпочинку населення. Водночас зростання рекреаційної активності спричиняє посилення антропогенного навантаження на природні комплекси та може призводити до їх деградації.

Особливо актуальною ця проблема є для національних природних парків, де поєднуються режими охорони природи та рекреаційного використання території. За відсутності ефективного регулювання рекреаційної діяльності відбувається порушення природних екосистем, погіршення стану ґрунтів, рослинного покриву та водних об'єктів. У зв'язку з цим важливим завданням є визначення допустимого рівня рекреаційного навантаження та впровадження механізмів його контролю.

Національний природний парк «Пуща Радзівіла» характеризується значною ландшафтною різноманітністю та наявністю цінних природних екосистем Полісся. Територія парку охоплює лісові, лучні, болотні та прибережно-водні комплекси, які є вразливими до антропогенного впливу. Найбільше рекреаційне навантаження спостерігається у доступних частинах парку, поблизу населених пунктів, автомобільних доріг та водойм.

Рекреаційне навантаження проявляється у витоптуванні рослинного покриву, ущільненні ґрунтів, пошкодженні підросту, засміченні територій та утворенні несанкціонованих місць відпочинку. Найбільш чутливими до таких впливів є заболочені та прибережні екосистеми, де навіть незначне порушення поверхневого шару може спричинити зміну гідрологічного режиму та втрату характерних видів рослинності. У місцях інтенсивного відвідування спостерігається деградація ґрунтового покриву, поява вторинної рослинності та зменшення біорізноманіття.

Для забезпечення збалансованого поєднання природоохоронної та рекреаційної функцій необхідним є впровадження системи регулювання відвідування території. Одним із основних інструментів є функціональне зонування, яке передбачає виділення заповідних, рекреаційних та господарських зон із різним режимом використання. Важливим напрямом є розвиток організованої рекреації шляхом облаштування екологічних стежок, туристичних маршрутів та спеціально визначених місць відпочинку.

Необхідною складовою ефективного управління територіями природно-заповідного фонду є проведення постійного екологічного моніторингу, що дозволяє своєчасно виявляти негативні зміни стану природних комплексів та коригувати режим рекреаційного використання. Важливу роль відіграє також екологічна просвіта населення, спрямована на формування відповідального ставлення до природних ресурсів.

Отже, рекреаційне навантаження є одним із ключових чинників трансформації природних комплексів територій природно-заповідного фонду. Оптимізація рекреаційного використання територій НПП «Пуща Радзівіла» повинна базуватися на принципах сталого розвитку, поєднанні природоохоронних заходів, функціонального зонування, екологічного моніторингу та розвитку організованої рекреації. Це сприятиме збереженню природної цінності території та забезпеченню її раціонального використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про природно-заповідний фонд України : Закон України від 16.06.1992 № 2456-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text> (дата звернення: 08.05.2026).
2. Андрієнко Т. Л., Онищенко В. А. Природно-заповідний фонд України та проблеми його збереження. Київ : Фітосоціоцентр, 2018. 320 с.
3. Ковальчук І. П. Рекреаційне природокористування та охорона природи. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 256 с.

ВИКОРИСТАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОТРЕБ ГРОМАД У СТВОРЕННІ РОБОЧИХ МІСЦЬ ТА РОЗВИТКУ ЛАНЦЮГІВ ДОДАНОЇ ВАРТОСТІ

**¹ЯРОЩУК Роман,
¹ЯРОЩУК Світлана,
¹КОВАЛЕНКО Ігор,
²ЛАВНИЙ Василь,
¹КАПІНОС Наталія**

¹Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна,
e-mail: r.yaroshchuk@snaeu.edu.ua

²Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

Повномасштабна війна спричинила масштабну деградацію земель, порушення ґрунтового покриву, втрату захисних лісосмуг і погіршення екосистемних послуг у північно-східній частині України. Для територій, що зазнали руйнування, потрібні рішення, які поєднують протиерозійний, екологічний та економічний ефекти. Одним із таких рішень є створення захисних медоносних лісових насаджень на девастрованих і малопродуктивних землях [2, 3, 6, 8].

Метою роботи є обґрунтування еколого-економічної моделі створення захисної медоносної лісосмуги на девастрованих ґрунтах як елемента повоєнного відновлення територій [4, 9].

Методика досліджень спирається на наші власні розрахунки та на сучасні наукові публікації щодо воєнно зумовленої деградації ґрунтів, відновлення захисних лісосмуг, агролісомеліорації, екосистемних послуг і підтримки запилювачів [1, 15].

Дослідження виконується як комплексне оцінювання післявоєнно порушених агроландшафтів і включає дистанційне картування деградованих земель та пошкоджених захисних лісосмуг за багаточасовими супутниковими даними, польову верифікацію фізичних, хімічних і біологічних показників ґрунту, інвентаризацію структури й стану полезахисних насаджень, розроблення варіантів агролісомеліоративного відновлення з використанням деревно-чагарникових і квітучих компонентів та оцінку відновлення екосистемних послуг, зокрема ґрунтозахисної, вітрозахисної, вуглеценакопичувальної та запилювальної [1]. Пріоритезація ділянок для відновлення здійснюється за багатокритеріальним підходом з урахуванням ступеня воєнного пошкодження, ризику забруднення, ерозійної небезпеки, стану лісосмуг і очікуваного екосистемного ефекту [10, 13, 14].

Запропонована модель передбачає закладання захисної лісосмуги довжиною 1 км і шириною 21 м (2,1 га) на схилах балок та інших нерозораних ділянках, де необхідні протиерозійні заходи. До складу насаджень включено п'ять медоносних видів: *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Prunus cerasus* L., *Prunus cerasifera* Ehrh. та *Corylus avellana* L. Така композиція формує безперервний «квітковий конвеєр» від ранньої весни до середини літа, зменшує беззаткові періоди для бджіл і водночас виконує ґрунтозахисну функцію.

Для створення лісосмуги потрібно 1665 дворічних–трирічних саджанців, по 333 шт. кожного виду. Загальна вартість садивного матеріалу, за нашими розрахунками, становить 113220 грн. Окрім прямого протиерозійного ефекту, насадження підвищує нектаро- та пилокпродуктивність ландшафту, покращує мікроклімат, сприяє біорізноманіттю та може розглядатися як локальний інструмент відновлення екосистемних послуг у постраждалих громадах.

Орієнтовна медопродуктивність стиглого насадження становить 895 кг/га, що для площі 2,1 га може відповідати 1879,5 кг меду на рік. За прийнятої у розрахунках ціни 180 грн/кг потенційна вартість річної продукції може досягати 338310 грн. (у віці стиглості). Додатковими джерелами доходу є плоди кісточкових культур, горіхи ліщини, а в довгостроковій перспективі – деревина та супутня сировина. За нормативом розміщення до 200 вуликів на 1 га на такій площі можливо розмістити до 400 вуликів, що створює передумови для розвитку промислової пасіки та залучення до 8 працівників.

Водночас модель потребує коригування з позицій життєвого циклу проекту. Найранішній товарний ефект забезпечують *Prunus cerasus*, *Corylus avellana* та *Prunus cerasifera* (3–4 роки), тоді як *Tilia cordata* і *Acer platanoides* формують основний медоносний ресурс значно пізніше (13–18 років). Тому для умов повоєнної реконструкції доцільно застосовувати поетапне планування, поєднуючи швидкорезультативні культури з довговічними деревними видами, а також враховувати витрати на догляд, ризики засух, мінування, повторного порушення ґрунту та доступність безпечних ділянок.

Наукові джерела підтверджують, що війна в Україні вже спричинила фізичні та хімічні порушення ґрунтів, зростання вмісту важких металів, зміну рослинного покриву і втрату частини захисних насаджень. У цьому контексті відновлення лісосмуг і агролісомеліоративних елементів має розглядатися не лише як природоохоронний захід, а й як інструмент підвищення стійкості агроландшафтів, підтримки запилення, диверсифікації доходів та мобілізації місцевої зайнятості [5, 7, 11, 12].

Отже, створення захисних медоносних лісових насаджень на дегазованих ґрунтах є придатною моделлю повоєнного відновлення для громад лісостепової зони України. Практична цінність моделі полягає у поєднанні відновлення ґрунтозахисних функцій, підтримки біорізноманіття, розвитку бджільництва та формування локальних джерел доходу. Подальші дослідження доцільно спрямувати на просторовий добір ділянок за даними дистанційного зондування, аналіз ризиків забруднення й мінування, а також на сценарне моделювання окупності та екосистемних послуг насаджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Станкевич, С. А., Козлова, А. О., Андреев, А. А., Голубов, С. І., & Лисенко, А. Р. (2025). Дистанційне оцінювання стану лісосмуг після воєнних дій. *Ukrainian Journal of Remote Sensing*, 12(2), 4–9. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2025.12.2.281>
2. Bentrup, G., et al. (2019). Temperate Agroforestry Systems and Insect Pollinators: A Review. *Forests*, 10(11), 981. <https://doi.org/10.3390/f10110981>
3. Bonchkovskiy, O., et al. (2025). War-induced soil disturbances in north-eastern Ukraine (Kharkiv region): Physical disturbances, soil contamination and land use change. *Science of the Total Environment*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969725002281>
4. Božek, M., et al. (2023). Non-Forest Woody Vegetation: A Critical Resource for Pollinators in Agricultural Landscapes—A Review. *Sustainability*, 15(11), 8751. <https://doi.org/10.3390/su15118751>
5. Enescu, C. M., et al. (2025). Agricultural Benefits of Shelterbelts and Windbreaks: A Bibliometric Analysis. *Agriculture*, 15(11), 1204. <https://www.mdpi.com/2077-0472/15/11/1204>
6. Leal Filho, W., Fedoruk, M., Pires Eustachio, J. H. P., et al. (2024). The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine. *Journal of Environmental Management*, 370, 121399. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121399>
7. Matsala, M., et al. (2025). War threatens 18 % of protective plantations in eastern agroforestry region of Ukraine. *Forest Ecology and Management*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811272400673X>
8. Melnykovych, M., et al. (2025). Pathways for Ukraine's post-war nature recovery: Focus on forest socio-ecological systems. *Ambio*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-025-02263-0>
9. Ogwu, M. C., et al. (2025). Integrating Green Infrastructure into Sustainable Agriculture to Enhance Soil Health, Biodiversity, and Microclimate Resilience. *Sustainability*, 17(9), 3838. <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/9/3838>
10. Openko, I., Tykhenko, R., Kuzmych, L., et al. (2025). Economic Modeling of Shelterbelt Land Use on Agricultural Production in Ukraine. *Land*, 14, 2236. <https://doi.org/10.3390/land14112236>
11. Picknoll, J. L., et al. (2021). A New Approach to Inform Restoration and Management Decisions for Sustainable Apiculture. *Sustainability*, 13(11), 6109. <https://doi.org/10.3390/su13116109>
12. Pimenow, S., et al. (2025). Agroforestry as a Resource for Resilience in the Technological Era: The Case of Ukraine. *Resources*, 14(10), 152. <https://www.mdpi.com/2079-9276/14/10/152>
13. Solokha, M., et al. (2024). Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land*, 13(10), 1614. <https://doi.org/10.3390/land13101614>
14. Solokha, M., Pereira, P., Symochko, L., et al. (2023). Russian-Ukrainian war impacts on the environment: Evidence from the field on soil properties and remote sensing. *Science of the Total Environment*, 902, 166122. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>
15. Soloviy, I., et al. (2021). Integrating Ecosystem Services Valuation into Land Use Planning: Case of the Ukrainian Agricultural Landscapes. *Forests*, 12(11), 1465. <https://doi.org/10.3390/f12111465>

РОЛЬ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ У ВІДНОВЛЕННІ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ ТА РЕГУЛЮВАННІ ЇХ ВОЛОГОСТІ

¹ЯРОЩУК Світлана,
²ЯРОЩУК Роман,
³КИТРАЙГОРА Антон

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
 e-mail: ¹s.yaroshchuk@snau.edu.ua, ²r.yaroshchuk@snau.edu.ua, ³a.kitaigora.gs@snau.edu.ua

Рослинництво є однією з ключових галузей сільського господарства, яка відіграє вирішальну роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічної стабільності багатьох країн. Воно забезпечує населення основними продуктами харчування, сировиною для промисловості та створює робочі місця для значної частини населення. Однак розвиток рослинництва значною мірою залежить від природно-кліматичних умов, які через глобальну зміну клімату стають дедалі нестабільнішими та менш передбачуваними.

Глобальна зміна клімату призводить до підвищення середньорічних температур та змін у характері опадів. Це спричиняє збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, зокрема посух. Дослідження показують, що в багатьох регіонах спостерігається тенденція до збільшення кількості днів з високими температурами та низькою вологістю, що створює сприятливі умови для виникнення посух. Така зміна клімату становить серйозну загрозу для виробництва сільськогосподарських культур, оскільки адаптація сільськогосподарських культур до нових умов вимагає значних ресурсів та часу [1, 2].

Одним із найефективніших заходів щодо запобігання негативному впливу суховітрів є створення та утримання лісових захисних смуг. Вони виконують важливу екологічну функцію, зменшуючи швидкість вітру, захищаючи поля від ерозії та сприяючи збереженню ґрунтової вологи, що має вирішальне значення для підтримки врожайності сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату [3, 4].

Лісосмуги відіграють важливу роль у збереженні вологи ґрунту, що є критичним фактором в умовах дедалі посушливішого клімату. Коренева система дерев і чагарників допомагає утримувати воду в ґрунті, зменшуючи її випаровування та стік. Це особливо важливо в районах, які страждають від нерівномірного розподілу опадів та тривалих посух.

Дослідження показують, що завдяки впливу лісосмуг рівень вологості ґрунту може підвищитися на 10–30 %, що позитивно впливає на ріст сільськогосподарських культур та їх стійкість до стресових умов. Крім того, лісосмуги регулюють поверхневий стік вод, запобігаючи водній ерозії та змиванню родючого шару ґрунту [5, 6].

В умовах глобальної зміни клімату проблема деградації земель стає дедалі актуальнішою. Лісосмуги допомагають уповільнити процеси деградації, запобігаючи ерозії, зберігаючи органічну речовину в ґрунті та підтримуючи його структуру. Вони сприяють природному відновленню ґрунтів, стимулюючи накопичення гумусу та покращуючи фізико-хімічні властивості ґрунтового покриву [7].

Завдяки правильному розташуванню лісосмуг можна значно зменшити ризик втрати родючого шару ґрунту та підвищити його стійкість до опустелювання [8, 9].

Таким чином, лісосмуги відіграють важливу роль у підвищенні стійкості сільськогосподарських ландшафтів до зміни клімату. Водночас їх створення та функціонування пов'язані з певними труднощами та обмеженнями. Для узагальнення цих аспектів було проведено SWOT-аналіз, який представлено в табл. 1.

Необхідно максимально використовувати сильні сторони, такі як здатність лісосмуг покращувати мікроклімат, підвищувати продуктивність та сприяти збереженню вологи. Слабкі сторони можна мінімізувати, залучаючи державні програми підтримки, проводячи освітні кампанії серед фермерів та використовуючи сучасні технології догляду за лісосмугами. Можливості слід використовувати для розробки довгострокової стратегії розвитку, спрямованої на інтеграцію лісосмуг у систему сільськогосподарського землекористування. Загрози вимагають постійного моніторингу та адаптації до нових кліматичних умов з урахуванням потенційних економічних ризиків.

Таблиця 1. SWOT-аналіз. Ризики у виробництві сільськогосподарських культур та роль лісосмуг у їх зменшенні

Сильні сторони	Слабкі сторони
Лісосмуги ефективно зменшують швидкість вітру та запобігають ерозії ґрунту.	Високі витрати на створення та утримання лісосмуг.
Збільшення врожайності сільськогосподарських культур шляхом збереження вологості.	Недостатня обізнаність фермерів щодо переваг лісосмуг.
Покращення мікроклімату та зменшення коливань температури.	Правові проблеми з реєстрацією земельних ділянок під лісосмуги.
Внесок у зменшення негативного впливу зміни клімату (збереження викидів CO ₂ , збільшення біорізноманітності).	Тривалий період росту дерев, перш ніж вони почнуть ефективно працювати.
Підтримка екологічних та державних програм.	Залежність ефективності від правильного планування розташування лісосмуг.
Можливості	Загрози
Розробка державних та міжнародних програм підтримки агролісомеліорації (наприклад, Європейська зелена угода).	Подальше погіршення кліматичних умов (збільшення частоти та інтенсивності посух і суховітрів).
Інноваційні технології у створенні та утриманні лісосмуг (автоматизований моніторинг стану рослинності).	Скорочення фінансування з боку держави або міжнародних організацій.
Підвищення обізнаності серед фермерів через освітні програми та консультації.	Зміна законодавства, яка може ускладнити використання земель для створення лісосмуг.
Використання лісосмуг як компонента стратегії адаптації до зміни клімату в сільському господарстві.	Вирубка існуючих лісосмуг через економічні інтереси (розширення посівних площ).
Розробка спеціальних субсидій та податкових пільг для фермерів, які впроваджують лісосмуги.	Втрата біорізноманіття через деградацію ґрунтів та неправильне ведення сільського господарства.

Отже, посухи та зміна клімату становлять серйозну загрозу для сільськогосподарського виробництва, спричиняючи зниження врожайності, деградацію ґрунтів та економічні втрати. Одним із ефективних заходів щодо зменшення негативного впливу є впровадження лісосмуг, які не тільки захищають посіви від вітрової ерозії, але й створюють сприятливий мікроклімат, покращують водний баланс та допомагають запобігти деградації ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Mendelsohn, R. (2008). The Impact of Climate Change on Agriculture in Developing Countries. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 1(1), 5–19. <https://doi.org/10.1080/19390450802495882>
- Alotaibi, M. (2023). Climate change, its impact on crop production, challenges, and possible solutions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(1), 13020. <https://doi.org/10.15835/nbha51113020>
- Gardiner, B., Berry, P., & Moulia, B. (2016). Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Science*, 245, 94–118. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.01.006>
- Parmaci, D., & Staicova, T. (2013). Natural hazards and their effects on agricultural development: Case of the Republic of Moldova. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic, SASA*, 63(3), 313–320. <https://doi.org/10.2298/ijgi1303313p>
- Openko, I., Tykhenko, R., Kuzmych, L., Tykhenko, O., Tsvyakh, O., Rokochynskyi, A., Volk, P., & Halecki, W. (2025). Economic modeling of shelterbelt land use on agricultural production in Ukraine. *Land*, 14(11), 2236. <https://doi.org/10.3390/land14112236>
- Tkachuk, O., & Viter, N. (2022). Biological aspects of functioning of field protective forest belts in conditions of climate change. *Balanced Nature Using*, (1), 100–107. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2022.255218>
- Grishko, S. V., & Bezghinska, A. O. (2020). Неоекологічне значення лісосмуг для степів Північно-Західного Приазов'я. In *Modern information technologies and their implementation in the processes of social and technical project management (Proceedings of the IV International Conference)*. <https://isg-konf.com/wp-content/uploads/2020/02/IV-Conference-BostonUSA.pdf>
- Шлапак, В. П., & Зворська, Н. В. (2023). Вплив полезахисних лісових смуг різних конструкцій на родючість та вологозабезпеченість ґрунту в умовах Правобережного Лісостепу. *Наук. доповіді НУБіП України*, 1/107, 1–16. DOI: [https://doi.org/10.31548/dopovid.1\(107\).2024.024](https://doi.org/10.31548/dopovid.1(107).2024.024)
- Юхновський, В. Ю., Хрик, В. М., Малога, В. М., Тупчий, О. М., Левандовська, С. М., & Ситник, О. С. (2025). Агрохімічні властивості ґрунтів у системах полезахисних лісових смуг і насаджень орно-польового агролісівництва. *Агроекологічний журнал*, (1), 85–96. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2025.327096>

ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF FOREST MASSES OF SUMY POLISSIA AND WAYS OF THEIR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

VASENKO Yaroslav

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
e-mail: vassenkoyaroslav2@gmail.com

Forest ecosystems of Sumy Polissia are a crucial component of natural territorial complexes in the northeastern part of Ukraine and perform essential ecological functions, including climate regulation, water protection, soil conservation, and biodiversity maintenance. The forest cover of the region ranges from 18% to 22%, which is significantly lower than the ecologically optimal level of 25–30% for the Polissia zone [4]. The total forest area is estimated at approximately 450–480 thousand hectares, with a considerable share represented by artificially created plantations. According to ecological studies, forest ecosystems are capable of intercepting up to 30% of atmospheric precipitation and reducing surface runoff by 20–40%, which highlights their critical hydrological role [2]. However, increasing anthropogenic pressure and unsustainable resource use are leading to the gradual degradation of forest ecosystems.

The current condition of forest stands in Sumy Polissia is characterized by significant transformations in species composition and age structure. More than 60% of forested areas are occupied by Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), forming predominantly even-aged monocultures [5]. Such stands are less resistant to environmental stressors and biological threats. In recent years, outbreaks of pests such as *Ips typographus* and *Lymantria monacha* have intensified, causing large-scale forest dieback. It is estimated that 10–15% of coniferous forests are affected by drying processes, while the proportion of weakened stands exceeds 25–30% [5]. These processes indicate a decline in forest resilience and highlight the need for adaptive forest management strategies.

Anthropogenic impact remains one of the key drivers of forest degradation in the region. Intensive logging activities, which in some years exceed 1.5–2.0 million cubic meters of timber harvesting, contribute to fragmentation and disruption of forest ecosystems [5]. Recreational pressure is also significant, especially in areas near settlements, where visitor density can reach 100–150 persons per hectare. In addition, environmental pollution, including the accumulation of heavy metals in soils, negatively affects forest health. Climate change further exacerbates these problems: over recent decades, the average annual temperature has increased by approximately 1.0–1.5°C, while precipitation during the growing season has decreased, leading to a reduction in forest productivity by 10–20% [7].

Ecological assessment of forest ecosystems is based on a system of indicators, including biodiversity indices, sanitary condition, productivity, stand structure, and the degree of anthropogenic transformation. Research results indicate that only about 40% of forest stands remain in relatively stable condition, while more than 30% are weakened and 20–25% show signs of degradation [3]. The Shannon biodiversity index in artificial plantations is 30–50% lower than in natural forests, reflecting reduced ecological stability and simplified structure [3]. Soil analyses also reveal a decrease in humus content by 10–15%, which negatively affects natural regeneration processes and long-term sustainability of forest ecosystems.

To ensure sustainable development of forest ecosystems in Sumy Polissia, it is necessary to implement adaptive and ecosystem-based forest management approaches. A key direction is the transition to close-to-nature forestry, which involves the formation of mixed, uneven-aged, and multi-layered stands using native species [6]. Studies show that mixed forests are 20–30% more resistant to pests and environmental stress compared to monocultures [1]. It is also essential to reduce clear-cutting practices and introduce selective and gradual harvesting methods. The use of modern technologies, such as Geographic Information Systems (GIS) and remote sensing, significantly improves the efficiency of forest monitoring and management [4].

Thus, the current state of forest ecosystems in Sumy Polissia is characterized by significant ecological challenges caused by anthropogenic pressure and climate change. The implementation of integrated management strategies aimed at increasing forest resilience, restoring natural ecosystems, and improving monitoring systems is essential for achieving sustainable development. These measures can increase forest productivity by 15–25%, reduce degradation processes, and ensure long-term biodiversity conservation [7].

REFERENCES

1. Didukh, Y. P. (2012). *Fundamentals of bioindication*. Kyiv: Naukova Dumka.
2. Kucheryavyi, V. P. (2001). *Ecology*. Lviv: Svit.
3. Grodzynskyi, M. D. (1993). *Fundamentals of landscape ecology*. Kyiv: Lybid.
4. FAO. (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
5. State Agency of Forest Resources of Ukraine. (2023). *Public report*. Kyiv, Ukraine.
6. Kuemmerle, T., et al. (2015). Forest dynamics in Eastern Europe. *Global Change Biology*, 21(3), 123–135.
7. IPCC. (2021). *Climate Change 2021: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.

RESOURCE POTENTIAL OF ORGANIC WASTE: REGULATORY FRAMEWORK AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THEM RATIONAL PROCESSING

YASHCHUK Lyudmyla

*Cherkasy State Technological University, Ukraine
e-mail: l.yashchuk@chdtu.edu.ua*

Organic waste management in Ukraine is critical for a circular economy, but the recycling rate is only 9.9%. The unused resource potential of biomass leads not only to environmental burdens due to methane emissions in landfills, but also to economic losses, as organics are a valuable raw material for the production of biogas, biomethane, and high-quality fertilizers [1].

The main barrier to rational disposal is the lack of widespread separate collection. Mixing organics with other household waste leads to its contamination with glass, plastic and metals, which makes further processing technically difficult and economically inefficient. In addition, the logistical costs of transporting the “heavy” wet fraction over long distances often exceed the potential income from its processing, which forces municipalities to choose the cheaper option – landfilling [2].

The introduction of modern capacities, in particular biogas plants and mechanical-biological treatment (MBT) lines, requires significant capital investments. Currently, Ukraine lacks effective financial instruments to support communities, such as soft loans or state guarantees. Another important factor is the instability of raw material flows, which are seasonal (garden and park waste in the fall, manure depending on livestock cycles), which makes it difficult to maintain a stable operating mode of processing lines.

The legal regulation of the process is being transformed in accordance with European standards. The Basic Law of Ukraine “On Waste Management” (No. 2320-IX) introduced the “polluter pays” principle and a hierarchy of priorities, where recycling has priority over landfilling [3]. The National Strategy until 2030 defines organics as an energy asset, setting the goal of creating regional composting centers and biogas plants to reduce greenhouse gas emissions.

Special regulation of livestock waste (manure, slaughter residues) is carried out by Law No. 287-VIII [4], which establishes sanitary classifications and rules for their processing into energy. At the same time, the implementation of the norms is hampered by the lack of by-laws, the absence of digestate certification standards, and the difficulty of connecting modular plants to networks.

For Cherkasy region, where the share of organic matter in agro-industrial waste exceeds 85%, a rational choice of technologies is a priority. With the accumulation of more than 1.3 million tons of biomass per year, the region has a strong potential for the transition from landfilling to high-tech processing of organic raw materials. This creates ideal conditions for the implementation of anaerobic digestion technologies, which are superior in efficiency to classical composting and mechanical-biological treatment (Fig. 1).

Comparative analysis shows that composting (aerobic process) is financially affordable, but it does not solve the issue of energy substitution and is accompanied by significant nitrogen losses. MBO lines, in turn, are focused on the separation of mixed flows, where the organic part is often contaminated and loses its value. In contrast, anaerobic fermentation (AF) in modular plants allows for the stabilization of waste in a closed environment, completely eliminating unpleasant odors and extracting energy potential in the form of biogas [4].

The process of anaerobic digestion in methane tanks is a multi-stage biochemical transformation. At the stage of hydrolysis and acidogenesis, complex polymers are decomposed by bacteria to fatty acids and hydrogen. The final stage of methanogenesis provides gas output with a heat of combustion of up to 25 MJ/m³, which is equivalent to 0.6 l of gasoline per cubic meter of gas. For the climatic conditions of Cherkasy region, the most stable is the mesophilic mode (30–40 °C), which allows maintaining bacterial activity with moderate heat consumption for heating the reactor.

A modular biogas plant with a capacity of 250 kW has been identified as the best option for medium-sized farms in the region. The technological flexibility of such plants allows the use of a wide range of raw materials: from chicken droppings and cattle manure to corn silage and sugar mill pulp. The CHP (cogeneration) complex at the output provides electrical energy for sale to the network and thermal energy, which can be used for drying grain or heating social facilities, which increases the overall efficiency of the system to 85-90%.

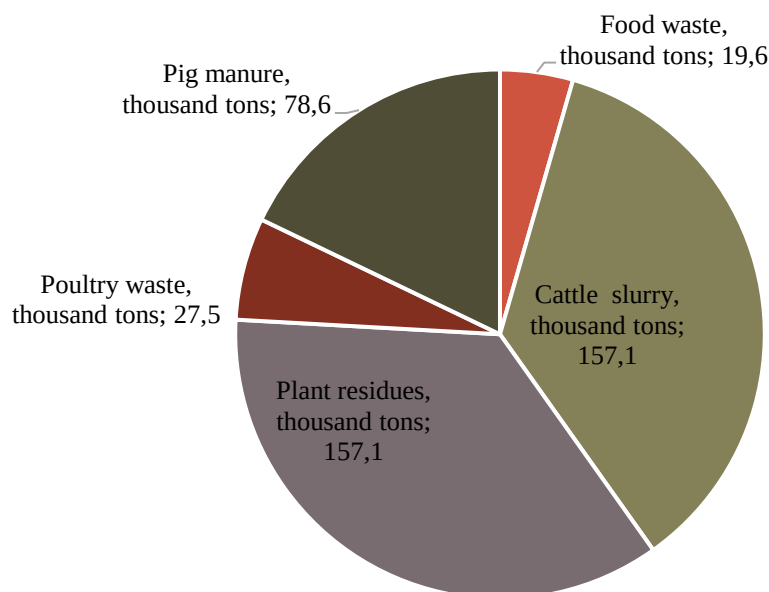


Fig. 1 Structure of organic waste of Cherkasy region suitable for utilization in biogas plants

In addition to energy, the AZ technology ensures the production of high-quality digestate - a disinfected organic fertilizer, free from weed seeds and helminths. This allows for the implementation of a closed cycle in agricultural production: waste is returned to the soil as fertilizer, increasing yield and reducing costs for expensive mineral analogues. Economic calculations for the Cherkasy region show that with a stable load (40–50 tons of biomass per day) such a plant pays for itself in 5–7 years, while simultaneously eliminating the need for environmental payments for waste disposal.

The transformation of the organic waste management system in Ukraine should be based on a hierarchy of priorities: from the introduction of mandatory separate collection and local composting to the construction of high-tech biogas modules. The positive effect is to ensure energy independence of communities, restore soil fertility and radically reduce landfill volumes. At the same time, negative risks associated with biological safety and the high cost of projects can be leveled through strict technological control, state support for investments and broad information and educational campaigns for the population. The optimal way is to gradually scale up successful local cases to the level of a national strategy. Thus, the integration of legal norms and innovative biogas technologies allows the Cherkasy region not only to solve the problem of organic accumulation, but also to become a leader in the production of renewable energy. The use of modular solutions with a capacity of 250 kW is the most rational step for decentralizing the energy system and greening the agricultural sector in accordance with European standards.

REFERENCES

1. Status and prospects for the development of bioenergy in Ukraine: analytical review. URL: <https://nasplib.isoftware.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/b38392d1-51d0-4786-b906-c0651613d5db/content> (date of application: 11/20/2025).
2. Organic waste management and separate collection: training manual / compiled by S. Prokopenko et al.; Zero Waste Academy. 2021–2023. URL: <https://zerowastekharkiv.org.ua> (date of application: 11/14/2025).
3. On waste management: Law of Ukraine dated June 20, 2022 No. 2320-IX. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 2022. No. 36. Art. 307. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20> (date of application: 01.05.2026).
4. On animal by-products not intended for human consumption: Law of Ukraine of April 7, 2015 No. 287-VIII. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 2015. No. 24. Art. 171. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287-19> (date of application: 01.05.2026).
5. PROBIOGAS Project. Danish centralized biogas examples. URL: https://www.ub.edu/bioamb/PROBIOGAS/centralcodig_descrip2000.pdf (access date: 20.02.2026)

POTENTIAL OF SUNFLOWER IN PHYTOREMEDIATION OF SOILS POLLUTED WITH HEAVY METALS

¹ЖАТОВА Галина, ²ТРОЦЕНКО Володимир

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
¹e-mail: Gzhatova@ukr.net ²e-mail: vtrotsenko@ukr.net

Soil contamination with heavy metals is one of the acute environmental problems of Ukraine, it has recently taken on catastrophic proportions due to the combination of intensive agricultural production technologies and active military action. Heavy metals (mercury, cadmium, lead, arsenic, copper, zinc) do not decompose, but only accumulate, entering the “soil - plant - human” chain. Phytoremediation as a soil purification process has a number of advantages.

- In situ: cleaning takes place directly on site without removing the soil.
- Preservation of the ecosystem: the landscape is not destroyed, and soil fertility is gradually restored.
- Cost-effectiveness: costs are significantly lower compared to chemical or thermal treatment.

One of the mechanisms of phytoremediation is phytoextraction. Some plant species are able to actively absorb metals from the soil and move them to above-ground organs (shoots and leaves). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) has an increased tendency to accumulate heavy metals, in particular cadmium. This is facilitated by both the features of the morphological structure of the plants and the peculiarities of metal transport and accumulation in the above-ground part.

Sunflower is effective for phytocontrol of soils contaminated with heavy metals due to its high biomass production and metal accumulation capacity. Crop can tolerate the toxic effects of certain heavy metals through various biological and physiological mechanisms [7].

Such characteristics allow us to consider the possibility of using specialized varieties of sunflower in programs for the remediation of polluted areas.

Phytoremediation with sunflower as a hyperaccumulator has demonstrated its effectiveness in removing heavy metals from soil in many studies. The Cu²⁺ removal efficiency of *H. annuus* reached 85.56% in soil at a Cu²⁺ concentration of 180 pp [6].

Sunflower was used to purify toxic elements such as copper, cadmium, as well as radioactive cesium and strontium [5]. The crop showed the highest extraction Cd, Ni, Pb and Zn [8]. *H. annuus* is capable of remediating soils contaminated with Pb and Cd [6].

In Ukraine, this direction - phytoremediation of contaminated soils - is practically not represented and requires the development and initial approval of a variety model with the formation of an appropriate theoretical and practical base. In experiments conducted at the Sumy National Academy of Sciences, numbers with a high ability to accumulate Cd under different gradients were isolated from the sunflower collection [2, 3]. In the process of intervarietal crossing, hybrid samples were obtained, the plants of which actively accumulated cadmium. The main characteristics of these samples are presented in Table 1.

Table 1. Parameters of selected sunflower samples

Selection parameters	Selection number of the hybrid		
	19/54	19/11	19/26
“Seedling-flowering” period, days	59	58	57
Height, cm	166,7	146,7	175,3
Seed productivity, g/plant	41,3	36,2	33,8
Cadmium content in seeds, mg/kg	1,1	2,1	1,16
Cadmium content in the stem, mg/kg	1,22	2,24	2,01
Removal of biologically active cadmium from the soil, g/ha	9,25	11,34	19,9

Hybrids were created through inter-varietal crossing and clearly showed signs of plants accumulating cadmium. Thus, the concentration of cadmium in the seeds of sample 19/11 exceeded the level of metal concentration in the soil by five times, in sample 19/26 - by 10 times. The highest level of biologically active cadmium removal from the soil (about 20 g/ha) was noted in sample 19/26, obtained in combination with Polar CL X 64/3. Samples 19/26 and 19/54, obtained with the participation of the STH-16004 line with the JG3 line and the commercial hybrid Rezon, had slightly lower values, namely 11.34 and 9.25 g/ha.

For genotypes of the phyto-reclamation direction, the estimated rates of removal of biologically active cadmium from the soil are 20.0 g/ha per growing season.

According to the results of field tests, three samples with signs of cadmium-accumulating plants were selected: 19/54, 19/11 and 19/26. The cadmium content in the seeds and above-ground part of the plants exceeded the natural background by 5 or more times, which ensured the possibility of removing up to 20 g/ha of biologically active cadmium from the soil.

Intervarietal hybrids UCh 19/54 H, UCh 19/11 H, UCh 19/26 H are advisable to use in breeding programs of phyto-ameliorative direction. Samples are included in the register, which is certified by a certificate. The high level of cadmium assimilation and the significant range of vegetative and generative development of plants allow us to consider the selected samples as starting material for breeding programs for soil remediation.

REFERENCES

1. Chauhan, P., Math, J. (2020) Phytoremediation efficiency of *Helianthus annuus* L. for reclamation of heavy metals-contaminated industrial soil. *Environ Sci Pollut Res Int.* 27(24):29954-29966. doi: 10.1007/s11356-020-09233-x.. PMID: 32445141.
2. Fu, Y., Zhatova, H., Li, Y., Liu, Q., Trotsenko, V. & Li, C. (2022) Physiological and transcriptomic comparison of two sunflower (*Helianthus annuus* L.) Cultivars With High/Low Cadmium Accumulation. *Front. Plant Sci.* 13:854386. doi: 10.3389/fpls.2022.854386
3. Fu, Y., Wu, L., Trotsenko, V., & Zhatova, H. (2019). Screening of variety collections of sunflower and winter wheat for Cadmium low accumulation. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 3(37), 42-46. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.3.7>
4. Ha, H., Sweat K. G., Conrow, K. D., Haney, R.S., Cahill, T.M., LeBauer, D.S., Leung, M.C.K. (2025) Remediating toxic elements with sunflower, hemp, castor bean, & bamboo: an open dataset of harmonized variables. *Sci Data.* 29;12(1):905. doi: 10.1038/s41597-025-05239-7. PMID: 40442120; PMCID: PMC12122871
5. Khalid, A., Alaboudi, Berhan Ahmed, Graham Brodie, (2018) Phytoremediation of Pb and Cd contaminated soils by using sunflower (*Helianthus annuus*) plant, *Annals of Agricultural Sciences*, 63 (1), 123-127. I <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2018.05.007>.
6. Mahardika, G., Rinanti, A., & Fachrul, M. F. (2018) Phytoremediation of heavy metal copper (Cu²⁺) by sunflower (*Helianthus annuus* L.)_OP Conference Series: Earth and Environmental Science, 106, The 4th International Seminar on Sustainable Urban DOI 10.1088/1755-1315/106/1/012120
7. Rizwan, M., et al. (2016) Phytomanagement of Heavy Metals in Contaminated Soils Using Sunflower: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 46, 1498-1528. <https://doi.org/10.1080/10643389.2016.1248199>
8. Shaheen, S.M., Rinklebe, J. (2015) Phytoextraction of potentially toxic elements by Indian mustard, rapeseed, and sunflower from a contaminated riparian soil. *Environ Geochem Health.*, 37(6), 953-67. doi: 10.1007/s10653-015-9718-8.
9. Zhao, X, Joo, J.C., Du, D., Li, G., Kim, J.Y. (2023). Modelling heavy-metal phytoextraction capacities of *Helianthus annuus* L. and *Brassica napus* L. *Chemosphere.* Oct;337:139341. doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.139341. 6. PMID: 37379985.

ІНТЕГРАЦІЯ БЛАКИТНО-ЗЕЛЕНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В СИСТЕМУ МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА

**ЖУРАКІВСЬКИЙ Валентин,
КУПЧАК Руслан,
ДЗЕНДЗЯ Андрій,
РІЗНИЧУК Надія**

*Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: valentyn.zhurakivskyi.23@pnu.edu.ua, ruslan.rupchak.22@pnu.edu.ua, andriy.dzendzia@pnu.edu.ua,
nadiia.riznychuk@cnu.edu.ua*

У роботі досліджено особливості інтеграції блакитно-зеленої інфраструктури (БЗІ) у систему міського планування Івано-Франківська в контексті адаптації урбанізованих територій до кліматичних змін. Проведено просторовий аналіз структури міста, оцінено рівень екологічної зв'язності зелених зон та потенціал інтеграції природоорієнтованих рішень (Nature-based Solutions, NbS) [2, 5]. Встановлено, що лише близько 30 % зелених територій міста формують відносно цілісну екологічну мережу, тоді як решта функціонують ізольовано. Визначено ключові напрями формування безперервного урбоєкологічного каркасу, зокрема розвиток зелених коридорів, прибережних буферних зон, систем локального управління дощовими водами (SUDS), зелених дахів та вертикального озеленення. За результатами сценарного моделювання встановлено, що збільшення площі зелених насаджень на 15 % у центральній частині міста дозволить знизити середню температуру повітря на 1,2–1,8 °C, а впровадження SUDS забезпечить зменшення навантаження на зливу каналізацію на 25–35 %. Доведено, що інтеграція БЗІ є необхідною умовою формування кліматично стійкого та екологічно збалансованого міського середовища.

Сучасні урбанізаційні процеси супроводжуються інтенсивною трансформацією природних ландшафтів, зростанням щільності забудови та посиленням кліматичних ризиків. Урбанізовані території дедалі частіше стикаються з проблемами формування «теплових островів», деградації зелених зон, погіршення якості атмосферного повітря та зростання поверхневого стоку. У таких умовах особливого значення набуває інтеграція блакитно-зеленої інфраструктури (Blue-Green Infrastructure, BGI) у систему просторового розвитку міст [1, 4].

Блакитно-зелена інфраструктура розглядається як сукупність взаємопов'язаних природних та напівприродних елементів, що забезпечують надання екосистемних послуг, підвищення кліматичної стійкості (urban climate resilience) та екологічної безпеки урбанізованих територій [3]. Концепція БЗІ є складовою природоорієнтованих рішень (Nature-based Solutions, NbS), рекомендованих Європейською Комісією як один із ключових механізмів адаптації міст до кліматичних змін.

Для Івано-Франківська питання інтеграції БЗІ є стратегічно важливим у контексті сталого розвитку територіальної громади, оскільки місто характеризується високими темпами урбанізації, фрагментацією природного каркасу та недостатнім рівнем інтеграції зелених і водних елементів у систему міського планування [6, 7].

Метою дослідження було оцінити потенціал інтеграції блакитно-зеленої інфраструктури у систему міського планування Івано-Франківська та визначити ключові напрями формування екологічно стійкого урбанізованого середовища.

Методологічною основою дослідження стали GIS-аналіз просторової структури міста, дешифрування супутникових знімків Sentinel-2, аналіз містобудівної документації, оцінка екосистемних послуг та сценарне моделювання інтеграції елементів БЗІ.

У межах дослідження проаналізовано:

- структуру зелених зон міста;
- просторову зв'язність екологічної мережі;
- функціональний стан прибережних територій;
- рівень урбанізаційного навантаження;
- потенціал впровадження систем локального управління дощовими водами (SUDS).

Оцінювання екологічної зв'язності територій здійснювали із використанням показників spatial connectivity та landscape fragmentation. Додатково проведено аналіз забезпеченості населення рекреаційними просторами у межах пішохідної доступності (300–500 м).

Сценарне моделювання дозволило оцінити потенційний вплив збільшення площі зелених насаджень, створення буферних зон та впровадження зелених дахів на мікрокліматичні параметри міського середовища.

Проведений аналіз засвідчив, що рівень урбанізаційного навантаження в Івано-Франківську продовжує зростати. Щільність забудови у центральній частині міста перевищує 65–70 %, тоді як частка відкритих зелених просторів поступово скорочується. Встановлено, що лише близько 30 % зелених зон міста інтегровані у відносно цілісну екологічну мережу, тоді як інші функціонують ізольовано. Це суттєво знижує ефективність екосистемних послуг, зокрема: регуляції мікроклімату; очищення атмосферного повітря; акумуляції вуглецю; підтримання біорізноманіття; регуляції поверхневого стоку.

Водночас формування безперервних зелених коридорів здатне підвищити екологічну зв'язність міської території на 40–60 %.

Особливу роль у структурі БЗІ відіграють річки Бистриця Надвірнянська та Бистриця Солотвинська, які формують потенційні «blue corridors» міста. Однак значна частина прибережних територій характеризується фрагментацією природних екосистем, хаотичною забудовою та низьким рівнем рекреаційного використання.

Запропоновано формування прибережних буферних зон шириною 25–50 м, що дозволить: покращити якість поверхневих вод на 30–50 %; знизити ризики локальних підтоплень; підвищити екологічну стійкість прибережних територій; створити додаткові рекреаційні простори. Встановлено, що центральна частина міста характеризується формуванням локальних осередків «теплого острова» (urban heat island effect), що пов'язано з високою щільністю забудови та дефіцитом зелених насаджень.

За результатами сценарного моделювання визначено, що збільшення площі зелених насаджень на 15 % дозволить знизити середню температуру повітря у центральній частині міста на 1,2–1,8 °C. Додатково оцінено потенціал використання зелених дахів та вертикального озеленення. За розрахунками, впровадження зелених дахів на 20 % будівель у щільно забудованих районах дозволить: зменшити енергоспоживання на охолодження на 15–25 %; скоротити рівень шумового забруднення; покращити теплоізоляційні характеристики будівель. Встановлено, що впровадження систем локального управління дощовими водами (SUDS) забезпечить зниження пікового навантаження на зливу каналізацію на 25–35 %, що є особливо актуальним в умовах збільшення інтенсивності короткочасних опадів.

Соціальний аспект інтеграції БЗІ також має важливе значення. За результатами опитування мешканців міста, понад 70 % респондентів підтримують розширення зелених зон та створення нових рекреаційних просторів. Встановлено, що доступність зелених територій у межах 300–500 м підвищує рівень задоволеності якістю міського середовища приблизно на 20 %.

Результати дослідження узгоджуються з працями Бойчук та Різничук, у яких наголошується на необхідності формування безперервного урбоекоекологічного каркасу як основи кліматично стійкого розвитку міста. Встановлено, що існуюча система зелених зон Івано-Франківська характеризується недостатнім рівнем екологічної зв'язності та високою фрагментацією природного каркасу. Доведено, що інтеграція блакитно-зеленої інфраструктури є ефективним інструментом адаптації урбанізованих територій до кліматичних змін. Визначено ключові напрями розвитку БЗІ: формування зелених коридорів, створення прибережних буферних зон, впровадження SUDS, зелених дахів та вертикального озеленення. Встановлено, що збільшення площі зелених насаджень на 15 % дозволяє суттєво знизити ефект «теплого острова» у центральній частині міста. Доведено перспективність використання природоорієнтованих рішень (NbS) у системі міського планування Івано-Франківська. Уперше для Івано-Франківська проведено комплексну оцінку потенціалу інтеграції блакитно-зеленої інфраструктури з урахуванням екосистемних послуг та кліматичної адаптації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. World Health Organization. (2016). Urban green spaces and health: A review of evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
2. European Commission. (2021). Evaluating the impact of nature-based solutions. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
3. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2017). Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas. Cham: Springer.
4. Fletcher, T. D., et al. (2015). Urban drainage systems evolution. Urban Water Journal, 12(7), 525–542.
5. UN-Habitat. (2020). Nature-based solutions for urban resilience. Nairobi.
6. Бойчук Р., Різничук Н. Екологічний каркас міста як основа сталого просторового розвитку урбанізованих територій. Екологічні науки. 2021.
6. Різничук Н. Інтеграція природоорієнтованих рішень у систему міського середовища в умовах кліматичних змін. Вісник Прикарпатського університету. 2022.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ЛІСОВІДНОВЛЕННЯ В УКРАЇНІ

БІЛИК Людмила, ЧЕМЕРИС Інгріда, КЛЮЧКА Світлана

*Черкаський Державний Технологічний Університет, Україна
e-mail: ichemerys@ukr.net*

Ліси є ключовою ланкою нашої біосфери, які підтримують її в стані життєдіяльності та біорізноманіття, як основи і запоруки життя цивілізації. Саме ліси, які є нашим національним багатством, є постачальниками багатьох продуктів харчування, води, деревини та палива, формують та регулюють макрокліматичні показники, в тому числі, і вміст вуглекислого газу в атмосфері, що безпосередньо впливає на продуктивність сільськогосподарських культур, очищення води та боротьбу зі шкідниками, забезпечують своє існування на основі кругообігу поживних речовин та фотосинтезу тим самим, формуючи середовище існування для інших видів. Емоційна складова також є невід'ємною частиною функціоналу лісів поряд з їх реабілітаційно-рекреаційним та культурно-історичним спрямуванням.

Сьогодні ліси зазнають нищівного антропогенного тиску шляхом незаконної вирубки та інтенсивної лісозаготівлі, змін клімату та лісових пожеж, всихання та ушкодження шкідниками та хворобами, військових дій і головне – пануванням домінанти відношення суспільства до лісів як бізнесової структури, а не природного ресурсу та середовища існування, яке вичерпується та знищується швидкими темпами. Знеліснення та деградація лісів в Україні є болючим питанням, оскільки недосконалими є рішення врегулювання балансу між екологічною і економіко-соціальною функціями сталого ведення лісового господарства, а також нераціональний розподіл функцій управління в лісовій галузі. Крім цього незаконні рубки та обіг незаконно-добутої деревини, зміна гідрологічного режиму, недосконалі захисні лісорозведення та агролісомеліорація, а також слабкі системи протидії лісовим пожежам на фоні низького рівня інформування громадськості про ліси та лісове господарство – все це значно послаблює екологічну стійкість лісових екосистем, що в свою чергу призводить до погіршення санітарного стану лісів, патологічного всихання, спрощення генетичної та видової різноманітності лісів, розбалансування їх структури та недосконалого розподілу лісового фонду за їх функціональним призначенням.

У відповідності до Державної Стратегії управління лісами України до 2035 року головним орієнтиром для лісової галузі визначено забезпечення ефективного захисту, збалансованого використання та формування механізмів відтворення лісів, які б забезпечували і відповідний прибуток лісовим господарствам, але при цьому повинен бути мінімізований деструктивний вплив на лісові ресурси, що і забезпечило б екологічну і економічну безпеку держави. [1] Реалізація даної стратегії є актуальною, як і в даний час, так і особливо в період відбудови країни. І тут позитивним фактором є те, що вже зараз науковці і практики лісівничої галузі розробляють інноваційні моделі лісовідновлення, як однієї із основних ланок перспективного розвитку лісового господарства з врахуванням диференційованого підходу при впровадженні. Зокрема, розробка регіонального лісового кластеру, де поєднано два види діяльності – лісовиробництво та лісовідтворення в одній регіональній системі, які є взаємовигідними і утворюють один ланцюг. Така організація лісгосподарської діяльності дає можливість залучати до об'єднання усі складові регіональної економічної системи та забезпечує належну керованість на регіональному рівні. [2] Окремої уваги заслуговують дослідження пов'язані із запровадженням у практику відтворення лісів нових екологічних підходів: екоадаптаційного (еколого-лісівничого) та трансформаційного (плантаційного), спрямованих на вирощування лісів з пріоритетними для конкретних природних зон функціями, що дозволить збільшити еколого-економічний і соціальний потенціал лісів. [3]

Також серед основних підходів сталого лісівництва повинні бути розроблені міри спрямовані на зміну економічної домінанти в процесі використання лісових екосистем як бізнесового ресурсу, що значно покращить їх стійкість та екологічний стан і забезпечить збереження біорізноманіття. Виходом в практику цього є запровадження процесу лісовідновлення на принципах наближеного до природи лісівництва та сприяння природному поновленню лісів, забезпечення зміни деревостанів та монокультур на змішані ліси на основі їх природної структури, складу та форми, що підвищить стійкість лісу до шкідників, хвороб та пожеж. Також уже у багатьох регіонах України використовують саджанці для лісовідновлення із закритою кореневою системою, в результаті чого підвищується приживлюваність дерев та значно скорочуються терміни приживання рослин, при цьому майже відсутня травматизація кореневої системи. Застосування інтенсивних технологій дозволило розробити спеціальні субстрати на основі їх мікоризації, що значно підсилюють кореневу систему і суттєво скорочується час проростання саджанців у розсадниках. Важливим також є охорона та збереження старовікових та самосійних лісів, як генетичного банку природного поновлення та проведення певних заходів щодо збереження та розширення природно-заповідного фонду та охоронних зон, як основи біорізноманіття та стійкості лісових деревостанів.

Невиснажливе лісокористування на основі інновацій та прогресивної системи управління, вдосконалення структури лісогосподарських підприємств, належний контроль за веденням лісового господарства та моніторинг з використанням супутникових систем та ГІС- технологій для оцінки стану насаджень з відповідним диференційованим підходом до регіонального планування лісовідновлення – все це є запорукою збільшення площі стійких лісів , збереження біорізноманіття та задоволення потреб населення в лісових ресурсах , а також сприятиме зменшенню загрози деградації лісового фонду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про схвалення Державної Стратегії управління лісами України до 2035 року : розпорядження кабінету Міністрів України від 29.12.2021 р. №1777 (в ред. від 22.09.2023)
2. Дребот О . І., Касюхнич В.Ю, Васьків Т.Я. Стратегічні орієнтири розвитку лісової галузі України в післявоєнний період. // Агроєкологічний журнал №3 , 2023 с. 44-52
3. Маурер В.М Осучаснення нормативної бази - основа удосконалення відтворення лісів України. III Міжнародна науково-практична конференція “Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану” (21 листопада 2025 , Київ. НУБІП. 2025. С 77-78)

ІНТЕГРАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ У СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА СТІЙКІСТЬ АГРОЕКОСИСТЕМ

**КОРОСТІЛЬ Дмитро,
ЗУБЦОВА Інна**

*Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
e-mail: inna.zubtsova@snau.edu.ua*

Охорона природи та відновлення екосистем у контексті Цілі сталого розвитку сьогодні є не лише екологічною необхідністю, а й важливою умовою виживання людства. Надмірне використання природних ресурсів призводить до зміни клімату, виснаження ґрунтів і забруднення довкілля. У відповідь Організація Об'єднаних Націй просуває концепцію сталого розвитку, що поєднує економічний, соціальний та екологічний аспекти.

Важливим прикладом є створення природоохоронних територій національних парків і заповідників. В Україні до них належать Шацький національний природний парк та Карпатський національний природний парк, де зберігаються унікальні екосистеми та біорізноманіття, а господарська діяльність обмежується.



Рис. Шацький національний природний парк: охорона природи та відновлення екосистем

Важливим напрямом є відновлення порушених екосистем. Зокрема, здійснюється лісовідновлення на місці вирубок, а в Німеччині впроваджують змішані ліси, стійкіші до кліматичних змін. Також відновлюють водно-болотні угіддя, що допомагає очищенню води, регулюванню водного балансу та зменшенню викидів CO₂.

Цікавим прикладом успішного відновлення є повернення окремих видів тварин у природне середовище. Зокрема, у Європі реалізуються програми реінтродукції зубра, який був на межі зникнення. Завдяки зусиллям природоохоронців цей вид поступово відновлює свою чисельність і повертається у природні екосистеми. Подібні програми демонструють, що навіть після значного втручання людини природу можна частково відновити за умови системного підходу.

У контексті Цілей сталого розвитку важливу роль відіграють сучасні екологічні технології. Використання сонячної та вітрової енергетики зменшує забруднення та викиди, а впровадження «зелених» рішень у містах, таких як парки, зелені дахи й системи очищення води, покращує довкілля та якість життя населення.

Сільське господарство є значним чинником впливу на довкілля, тому перехід до сталих методів, таких як органічне землеробство, сівоzmіна та зменшення використання хімічних добрив, допомагає зберегти ґрунти й зменшити забруднення вод. Підтримка фермерів сприяє розвитку екологічного агровиробництва.

Важливим аспектом є також підвищення екологічної свідомості населення. Формування відповідального ставлення до природи починається з освіти та просвітницької діяльності, що сприяє зміні поведінки людей у повсякденному житті. Рациональне використання ресурсів, сортування відходів, зменшення споживання пластику та участь у природоохоронних ініціативах - усе це є прикладами особистого внеску кожної людини у збереження довкілля. Не менш важливим є розвиток інновацій та наукових досліджень у сфері екології. Сучасні технології дозволяють ефективніше контролювати стан довкілля, прогнозувати екологічні ризики та впроваджувати нові методи відновлення природних систем. Використання цифрових технологій, супутникового моніторингу та екологічного моделювання відкриває нові можливості для збереження природи.

Особливого значення набуває також інтеграція екологічних принципів у економіку. Перехід до «зеленої» економіки передбачає ефективне використання ресурсів, мінімізацію відходів і розвиток екологічно безпечного виробництва. Це сприяє не лише зменшенню негативного впливу на довкілля, але й створенню нових робочих місць і підвищенню конкурентоспроможності держав. У сучасних умовах важливим напрямом є адаптація до змін клімату. Відновлення лісів, збереження водно-болотних угідь і розвиток природоорієнтованих рішень допомагають зменшити ризики повеней, посух та інших природних явищ. Такі заходи підвищують стійкість екосистем і забезпечують захист населення від негативних наслідків кліматичних змін.

Водночас значну роль відіграє екологічна відповідальність бізнесу. Підприємства все частіше впроваджують стандарти сталого розвитку, зменшують викиди шкідливих речовин, використовують енергоефективні технології та переходять на екологічно чисті джерела енергії. Така діяльність не лише зменшує негативний вплив на довкілля, а й формує позитивний імідж компаній та підвищує довіру споживачів.

Таким чином, охорона природи та відновлення екосистем є невід'ємною частиною реалізації Цілей сталого розвитку. Конкретні приклади з різних країн свідчать, що за умови комплексного підходу та міжнародної співпраці можливо не лише зменшити негативний вплив на довкілля, але й відновити значну частину природних ресурсів. Це створює основу для стабільного розвитку суспільства та забезпечення гідних умов життя для майбутніх поколінь.

ФЛУКТУЮЧА АСИМЕТРІЯ ЛИСТКІВ *BETULA PENDULA* Roth. ЯК ІНТЕГРАЛЬНИЙ МОРФОМЕТРИЧНИЙ ІНДИКАТОР АЕРОТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ В УРБАНІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМАХ (НА ПРИКЛАДІ М. ІВАНО-ФРАНКІВСЬК)

ДРОГОМИРЕЦЬКИЙ Роман,
КАВЧУК Ірина,
ДУБЛЯК Андрій,
РІЗНИЧУК Надія

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: roman.drohomyretskyi.22@pnu.edu.ua, iryna.kavchuk@gmail.com, dublyakandriy@gmail.com,
nadiia.riznychuk@cnu.edu.ua

У роботі досліджено особливості флуктуючої асиметрії (ФА) листків *Betula pendula* Roth. як інтегрально-го морфометричного індикатора аеротехногенного навантаження в урбанізованому середовищі м. Івано-Франківськ. Проаналізовано 500 листових пластинок, відібраних у межах шести функціонально контрастних територій міста. Встановлено закономірне зростання показників ФА в умовах підвищеного транспортного та промислового навантаження. Максимальні значення індексу зафіксовано у промисловій зоні (вул. Надрічна) – $\Delta = 0,048 \pm 0,006$ та у транспортному вузлі (вул. Промислова) – $\Delta = 0,045 \pm 0,005$, тоді як мінімальні – у межах рекреаційних територій (Вовчинецькі гори – $\Delta = 0,020 \pm 0,001$). Встановлено сильний позитивний кореляційний зв'язок між рівнем антропогенного навантаження та величиною ФА ($r = 0,74$; $p < 0,05$). Запропоновано використання порогового значення $\Delta > 0,045$ як критерію підвищеного екологічного ризику. Доведено перспективність використання флуктуючої асиметрії для просторового зонування урбанізованих територій та інтеграції у системи екологічного моніторингу. Інтенсифікація урбанізаційних процесів супроводжується зростанням аеротехногенного навантаження, що спричиняє трансформацію структурно-функціональної організації урбоекосистем [4]. Основними джерелами антропогенного впливу у містах є транспортні потоки, промислові об'єкти та підвищений рівень атмосферного забруднення, зокрема оксидами азоту (NO_x), сірки (SO_2), дрібнодисперсним пилом ($\text{PM}_{2.5}$) і важкими металами [5]. Вплив зазначених чинників призводить до порушення фізіолого-біохімічних та морфогенетичних процесів у рослинних організмах, знижуючи стабільність їх розвитку [3, 7]. Одним із найбільш чутливих індикаторів дестабілізації онтогенезу є флуктуюча асиметрія (ФА), яка відображає незначні випадкові відхилення від ідеальної білатеральної симетрії морфологічних структур [2]. Показники ФА широко використовуються у біоіндикаційних дослідженнях як інтегральний критерій оцінки стресового впливу навколишнього середовища [1]. Береза повисла (*Betula pendula* Roth.) є перспективним видом для біоіндикаційних досліджень завдяки широкому поширенню в урбанізованих екосистемах, високій чутливості до атмосферного забруднення та вираженим морфометричними реакціям на антропогенний вплив [6, 8].

Метою дослідження було встановлення особливостей просторової диференціації флуктуючої асиметрії листків *Betula pendula* у межах урбанізованої території м. Івано-Франківськ та оцінка можливості використання ФА як інтегрального біоіндикатора аеротехногенного навантаження. Дослідження проведено у межах урбанізованої території м. Івано-Франківськ у 2025 році. Відбір рослинного матеріалу здійснювали на шести функціонально контрастних ділянках: промислова зона – вул. Надрічна; транспортний вузол – вул. Промислова; житлова забудова – вул. Мазепи; житлова забудова – вул. Коновальця; рекреаційна територія – парк ім. Т. Шевченка; умовно фонові територія – Вовчинецькі гори. Об'єктом дослідження були листові пластинки *Betula pendula* ($n = 500$), відібрані з модельних дерев середнього генеративного віку. Для мінімізації впливу внутрішньопопуляційної мінливості відбір здійснювали з південної частини крони на висоті 1,5–2,0 м.

Для визначення флуктуючої асиметрії аналізували морфометричні параметри лівої та правої половин листової пластинки: ширину симетричних частин листка; довжину другої жилки другого порядку; відстань між жилками; площу симетричних секторів листової пластинки.

Індекс флуктуючої асиметрії визначали за формулою:

$$\Delta = |a-b| / a+b$$

де a та b – показники симетричних частин листка.

Статистичну обробку результатів здійснювали із використанням програмного забезпечення Statistica 10. Визначали середнє значення (M), стандартне відхилення (σ), коефіцієнт варіації (C_v) та коефіцієнт кореляції Пірсона (r). Достовірність відмінностей оцінювали за критерієм Стюдента при рівні значущості $p < 0,05$.

Проведений аналіз засвідчив чітку просторову диференціацію показників флуктуючої асиметрії залежно від рівня урбанізаційного навантаження.

Таблиця 1. Морфометричні показники флуктуючої асиметрії листків *Betula pendula* Roth.

№ п/п	Район міста	Δ (М)	σ	Cv (%)	Рівень екологічного стресу
1	Промислова зона (вул. Надрічна)	0,048	0,006	12,5	Високий
2	Транспортний вузол (вул. Промислова)	0,045	0,005	11,1	Підвищений
3	Житловий район (вул. Мазепи)	0,034	0,004	11,8	Середній
4	Житловий район (вул. Коновальця)	0,031	0,003	9,70	Помірний
5	Парк ім. Т. Шевченка	0,022	0,002	9,10	Низький
6	Вовчицецькі гори	0,020	0,001	5,00	Фоновий

Максимальні значення флуктуючої асиметрії встановлено у промислово-транспортних районах міста, що свідчить про значний рівень аеротехногенного навантаження. Зокрема, у межах вул. Надрічної показник ФА становив $\Delta = 0,048 \pm 0,006$, тоді як у транспортному вузлі на вул. Промисловій – $\Delta = 0,045 \pm 0,005$.

Водночас мінімальні значення зафіксовано у рекреаційних та умовно фонових територіях – парку ім. Т. Шевченка та на території Вовчицецьких гір. Отримані результати свідчать про зниження рівня морфогенетичної дестабілізації рослин у відносно сприятливих екологічних умовах.

Встановлено чіткий урбоекологічний градієнт:

Вовчицецькі гори → парк ім. Т. Шевченка → житлова забудова → транспортні вузли → промислові території.

Зростання значень ФА у транспортних та промислових районах пов'язане з хронічним впливом атмосферних полутантів, зокрема оксидів азоту, важких металів та дрібнодисперсного пилу, які порушують процеси морфогенезу та стабільність онтогенетичного розвитку рослин.

Кореляційний аналіз підтвердив сильний позитивний зв'язок між рівнем антропогенного навантаження та величиною флуктуючої асиметрії ($r = 0,74$; $p < 0,05$). Встановлено, що значення $\Delta > 0,045$ відповідають територіям із підвищеним екологічним ризиком та можуть бути використані як пороговий критерій при біоіндикаційній оцінці урбанізованих екосистем. Отримані результати підтверджують доцільність використання *Betula pendula* як чутливого біоіндикатора стану атмосферного середовища у містах. Просторовий розподіл показників ФА може бути використаний для створення GIS-карт екологічного ризику та оптимізації системи моніторингу міських зелених насаджень. Встановлено залежність рівня флуктуючої асиметрії листків *Betula pendula* від ступеня урбанізаційного навантаження. Максимальні значення ФА характерні для промислових та транспортних територій, мінімальні – для рекреаційних і умовно фонових зон. Виявлено статистично значущий позитивний зв'язок між рівнем антропогенного впливу та морфогенетичною дестабілізацією рослин ($r = 0,74$; $p < 0,05$). Запропоновано використання порогового значення $\Delta > 0,045$ як критерію підвищеного екологічного ризику в урбоекосистемах. Доведено ефективність флуктуючої асиметрії як інтегрального біоіндикаційного показника для систем екологічного моніторингу міського середовища. Уперше для урбанізованої території м. Івано-Франківськ проведено просторову оцінку аеротехногенного навантаження із використанням морфометричних показників *Betula pendula*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Leung, B., Forbes, M. R., & Houle, D. (2000). Fluctuating asymmetry as a bioindicator of stress. *The American Naturalist*, 155(1), 101–115.
2. Palmer, A. R., & Strobeck, C. (2003). *Developmental instability as a measure of stress*. Oxford University Press.
3. Savosko, V. M., & Katolichenko, O. M. (2014). Fluctuating asymmetry of woody plants under anthropogenic stress.
3. Mashtaler, O. V., et al. (2021). Bioindication methods in environmental monitoring.
- World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines.
4. Benítez, P. (2020). Environmental monitoring of urban ecosystems.
5. Kozlov, M. V., Zverev, V., & Zvereva, E. L. (2017). Impacts of point polluters on terrestrial biota. Springer.
6. Graham, J. H., Raz, S., Hel-Or, H., & Nevo, E. (2010). Fluctuating asymmetry: methods, theory, and applications. *Symmetry*, 2(2), 466–540.

ПАЗАРИТАРНЕ ЗАБРУДНЕННЯ УРБОУКОСИСТЕМ НА ПРИКЛАДІ ПОШИРЕННЯ *VISCUM ALBUM L.* У ЖИТОМИРІ

¹ ЖИТОВА Олена,

² МОРОЗ Віра

¹Поліський національний університет, Україна
e-mail: elmi1969@meta.ua

²Західноукраїнський національний університет, Україна

Проблеми екології та охорони довкілля в останні десятиліття набули особливої актуальності [1]. Під впливом антропогенних чинників відбувається трансформація природного середовища, що спричиняє «екологічне зміщення» популяцій. Забруднення довкілля формується під дією комплексу факторів, зокрема внаслідок накопичення промислових, сільськогосподарських і побутових відходів. Однією з форм такого впливу є біологічне забруднення, важливою складовою якого є «паразитарне забруднення».

Організми людей, рослин і тварин заселяються сукупностями різноманітних паразитів, що перебувають у складних екологічних та інформаційних зв'язках із довкіллям, формуючи «паразитарні системи». Ці системи є саморегульованими структурами, динаміка яких визначається чинниками навколишнього середовища. Під впливом антропогенного навантаження їхня збалансованість порушується, що призводить до дестабілізації механізмів саморегуляції та подовження періодів, необхідних для стабілізації на новому рівні. Унаслідок цього формується паразитологічна ситуація, за якої рівень зараження тварин і рослин істотно перевищує природний фон.

У сучасних умовах урбанізація, вирубка лісів, інтенсифікація сільськогосподарського виробництва та зміна клімату призводять до руйнування сталих екосистем. Це, своєю чергою, зумовлює зміни чисельності хазяїв, появу нових проміжних хазяїв і підвищення рівня стресу в організмі-хазяїна. Порушення екологічної рівноваги паразитарних систем в умовах антропогенно трансформованого середовища супроводжується дестабілізуючим впливом як на паразитів, так і на їхніх хазяїв та активізацією процесів паразитарної експансії, експресії та сукцесії [1].

Посилення антропогенного навантаження на біоценози призводить до змін у взаємовідносинах «паразит-хазяїн», зокрема до зростання чисельності як специфічних, так і неспецифічних хазяїв паразитів. Важливими чинниками таких змін є також трансформація форм господарювання, зниження рівня санітарного, ветеринарного та фітосанітарного контролю, а також вплив соціально-психологічних чинників [1].

Стан рівноваги та динамічні коливання в системі «паразит-хазяїн» безпосередньо залежать від агресивності паразита та рівня резистентності хазяїна [3, 4]. В умовах антропопресії спостерігається стрімке поширення омели білої (*Viscum album L.*) – рослини-напівпаразита, яка наразі розглядається як активний інвазійний вид [2]. Омела спричиняє суттєве погіршення санітарного стану дерев і є причиною їх передчасного всихання [5]. Нині ступінь ураження деревних насаджень є критичним і набуває масштабів екологічної катастрофи [5].

Аналіз біотопів м. Житомира підтвердив небезпечну тенденцію розповсюдження цього напівпаразита. Омела оселяється переважно на листяних породах, завдаючи значної шкоди дендрофлорі міста, зокрема знижується її естетична цінність, втрачається фітомеліоративна функція, прискорюються процеси старіння та відмирання дерев. Під час обстеження типових ділянок було проаналізовано залежність ураження дерев від їхнього віку. *V. album* виявлено в стиглих і перестиглих насадженнях. Загальна кількість уражених дерев сягала 548 екземплярів, що становило 34,5 % від усієї вибірки. Найбільшу інтенсивність інвазії – до 72 кущиків омели на одне дерево – зареєстровано на деревах старших вікових груп. Натомість молоді дерева уражаються цим напівпаразитом вкрай рідко. Максимальну кількість кущиків омели зосереджено у верхній частині крони дерев, що свідчить про її світлолюбність. Встановлено, що *V. album* уражає переважно дерева м'яколистяних порід (липа, тополя, береза та ін.). М'яка деревина є одним із чинників, що сприяють поширенню омели.

За результатами комплексного оцінювання ураження деревних рослин, встановлено, що найвищий ступінь ураження омелою характерний для берези повислої, робінії звичайної та тополі чорної, тоді як найнижчий – для дубу черешчатого. Це свідчить про селективність даного напівпаразита щодо окремих видів дерев.

Таким чином, високий рівень ураження дендрофлори Житомира омелою білою, зумовлений поєднанням вікової вразливості дерев та селективною перевагою паразита до м'яколистяних порід. Це підтверджує статус омели як активного чинника паразитарного забруднення урбоєкосистем, що потребує відповідних фітосанітарних заходів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волошина Н. Паразитарна система: її екологічна сутність. *Вісн. Львівського ун-ту*. 2012. №60. С. 215–221.
2. Івченко А. І., Божок О. П., Пацура І. М., Коляда Л. Б., Божок В. О. Особливості організації результативної боротьби з омелою білою. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Вип. 24.5. С. 13–18.
3. Таран Н., Бацманова Л., Мелешко А., Улинець В. Вивчення особливостей біології розвитку *Viscum album* для розробки стратегій профілактики розповсюдження й боротьби з рослиною-паразитом. *Вісн. Київ. нац. ун-ту. Біологія*. 2006. №47-48. С. 63–65.
4. Schutt P., Schuck H.J., Stimm B. Lexikon der Forstbotanik. Landsberg: Ecomed, 1992. 581 s.
5. Zhytova O., Kotyuk L., Andreieva O. Current status of the distribution of European mistletoe (*Viscum album* L.) in Zhytomyr Polissia. *Studia Biologica*. 2024. №18(1). P. 111–124. <https://publications.lnu.edu.ua/journals/index.php/biology/article/view/4022>

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ВПЛИВУ ВОЄННИХ ДІЙ НА ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «СЕЙМСЬКИЙ»

ЗУБЦОВА Інна

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
e-mail:inna.zubtsova@snaeu.edu.ua

Природно-заповідні території Сумської області зазнали значного негативного впливу внаслідок повномасштабного вторгнення. За даними Державного агентства лісових ресурсів України, майже всі лісгосподарські підприємства Сумщини перебували або в зоні активних бойових дій, або на окупованих територіях [1]. Значних руйнувань зазнала інфраструктура, зокрема було підірвано мости через річки Сейм та Ворскла, що ускладнювало логістику та доступ до північних районів області, де розташовано ряд природоохоронних об'єктів [2]. Оцінка впливу бойових дій на фіторізноманіття є критично важливою для розробки подальших заходів з відновлення екосистем.

Мета – оцінити ступінь впливу воєнних дій на фіторізноманіття Регіонального ландшафтного парку «Сеймський» (далі РЛП «Сеймський»), як ключового об'єкта природно-заповідного фонду Сумської області.

РЛП «Сеймський» – один із найбільших об'єктів природно-заповідного фонду Сумщини, створений у 1995 році для збереження унікальних заплавних комплексів річки Сейм, а також прилеглих лучних, лучно-степових та лісових екосистем. Площа парку сягає 988,57 км², що робить його другим за розміром регіональним ландшафтним парком України. Територія характеризується екотонним розташуванням – на межі Полісся та Лісостепу, що зумовлює високе біорізноманіття та складну просторову структуру рослинного покриву. Територія входить до складу Смарагдової мережі України, що підтверджує її значення для збереження оселищ та видів, які охороняються на міжнародному рівні. Рослинний покрив представлений комплексом лучних, лучно-степових, лісових та прибережно-водних угруповань, що формують середовище для низки рідкісних видів, включених до Червоної книги України, регіональних охоронних переліків та міжнародних списків.

Унаслідок воєнних дій значна частина території парку зазнала прямого чи опосередкованого впливу. Серед основних чинників порушення рослинного покриву – спорудження фортифікаційних укріплень, рух важкої військової техніки, вибухи боєприпасів, пожежі різної інтенсивності та мінування окремих ділянок. Наслідки включають пряме механічне знищення рослинності на ділянках проходження техніки та вибухових робіт, ущільнення ґрунту, що знижує його інфільтраційну здатність і погіршує умови для відновлення корінних видів, а також формування порушених субстратів, які заселяються інвазійними видами.

За даними досліджень впливу вибухової зброї, забруднення ґрунтів залишками боєприпасів може становити тривалу загрозу для екосистем через накопичення токсичних речовин у трофічних ланцюгах. Застосування ГІС-технологій для моніторингу територій, що зазнали впливу бойових дій, дозволяє оцінити масштаби порушень рослинного покриву та спрогнозувати динаміку його відновлення.

Таблиця 1. Результати оцінювання ступеня впливу воєнних дій на фіторізноманіття РЛП «Сеймський»

№ п/п	Критерій оцінки	Визначений бал	Максимальний бал	Конкретизація причин/ видів впливу, пов'язаного з воєнними діями
1.	Повне знищення рослинного покриву	2	5	Повністю знищено близько 15% рослинного покриву на обстежених ділянках (внаслідок фортифікаційних споруд, вивр, пожеж)
2.	Пошкодження дерев і кущів	3	5	Пошкоджено близько 25% дерев (пошкоджені вибухами, осколками, впливом техніки або отримали термічні чи хімічні опіки часткове згорання кори, зламані гілки)
3.	Пошкодження популяцій охоронюваних видів рослин,			
	<i>Pulsatilla pratensis</i>	2	5	Втрачено/пошкоджено орієнтовно 15% площі популяції внаслідок руху техніки
	<i>Gladiolus tenuis</i>	2	5	Втрачено до 10% особин; популяція в цілому зберегла життєвість
4.	Поширення інвазійних видів	3	5	Інвазійні види виявлено на 35% пошкоджених територій
	Загальна сума балів	12	25	Без урахування коефіцієнтів для видів, які були відсутні на ділянці під час огляду

Оцінку було здійснено відповідно до методики [5] за 4-ма ключовими критеріями з використанням бальної шкали (від 0 до 5).

На основі аналізу стану модельних ділянок РЛП «Сеймський» було визначено наступні бали за критеріями: Розрахунок відсотка ступеня впливу воєнних дій на фіторізноманіття РЛП «Сеймський»:

$$(12 / 25) \times 100\% = 48\%.$$

Отже, фіторізноманіття РЛП «Сеймський» зазнало значного ступеня впливу. Водночас варто підкреслити, що значна частина екосистем (понад 50%) зберегла свою стійкість. Пошкодження деревних рослин є переважно відновлюваними, більшість популяцій рідкісних видів вижила, а поширення інвазійних видів поки що не набуло критичних масштабів. Це свідчить про високий потенціал природного самовідновлення території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державне агентство лісових ресурсів України. Звіт про вплив воєнних дій на лісове господарство Сумської області (2022–2023). Київ, 2023. URL: <https://forest.gov.ua> (дата звернення: 17.04.2026).
2. Сумська обласна військова адміністрація. Оперативна інформація щодо руйнування транспортної інфраструктури внаслідок бойових дій на території області. Суми, 2023. URL: <https://sm.gov.ua> (дата звернення: 14.04.2026).
3. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
4. Про затвердження переліку регіонально рідкісних видів рослин Сумської області: рішення Сумської обласної ради від 24.02.2012. Суми, 2012. URL: <https://sorada.gov.ua> (дата звернення: 17.04.2026).
5. Оцінка впливу воєнних дій на стан об'єктів природно-заповідного фонду України. Відновлення пошкоджених популяцій охоронюваних видів. Методичні рекомендації. Черкаси: видавець Чабаненко Ю. А., 2023. 64 с.

РІДКІСНИЙ КОМПОНЕНТ БІОТИ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «ГОРГАНИ»

ІВАНОЧКО Марія-Анна, ЧЕРЕПАНИН Роман

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна
e-mail: mariia-anna.ivanochko.22@pnu.edu.ua

Природний заповідник «Горгани» є одним із найцінніших природоохоронних об'єктів Українських Карпат, оскільки зберігає значні площі малопорушених лісових, субальпійських і кам'янистих екосистем. Його територія характеризується складним гірським рельєфом, високою зволоженістю та значною висотною диференціацією, що формує різноманітні оселища для рідкісних видів.

Мета роботи — дослідити видовий склад, екологічні особливості та сучасний стан популяцій рідкісних компонентів біоти природного заповідника «Горгани», а також оцінити роль заповідного режиму у збереженні унікального біорізноманіття Українських Карпат.

Для досягнення мети роботи було визначено та виконано такі наукові завдання:

- Дослідити фізико-географічні та кліматичні умови природного заповідника «Горгани» як середовища існування рідкісної біоти.

- Проаналізувати структуру та стан популяцій рідкісного компонента дендрофлори, зокрема сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.).

- Оцінити роль заповідного режиму у збереженні червонокнижних видів флори та фауни масиву Горгани.

Біота заповідника вирізняється високим рівнем природної цінності та представлена лісовими, лучними, скельними й прибережними комплексами. Саме поєднання різних типів середовищ сприяє збереженню реліктових, ендемічних і червонокнижних видів, чутливих до змін умов середовища. У цьому контексті заповідник виконує охоронну, наукову та освітню функції.

У флорі «Горган» особливу увагу привертають рідкісні види судинних рослин, серед яких *Orchis militaris*, *Orchis mascula*, *Listera ovata*, *Diphysastrum alpinum*, *Cystopteris sudetica*, *Carlina acaulis*, *Daphne mezereum*, *Ranunculus carpaticus*, *Thymus serpyllum* та *Pinus cembra*. Багато з них приурочені до вузьких екологічних ніш: старовікових лісів, вологих схилів, кам'янистих розсипищ або ділянок зі стабільним мікрокліматом. Будь-яке порушення структури лісу, зміна вологості чи рекреаційне навантаження може негативно впливати на їхній стан і відновлення. (Природний заповідник «Горгани», н.д.).

Фауна заповідника також відзначається значним різноманіттям рідкісних і охоронюваних видів. Серед них особливу природоохоронну цінність мають *Ursus arctos*, *Lynx lynx*, *Felis sylvestris*, *Lutra lutra*, *Tetrao urogallus*, *Ciconia nigra*, *Bubo bubo*, *Aquila chrysaetos*, *Salamandra salamandra*, *Lucanus cervus*, *Parnassius apollo*, *Parnassius mnemosyne* та *Rosalia alpina*. Їхнє поширення пов'язане з наявністю великих масивів малопорушених лісів, достатньою кормовою базою, наявністю мертвої деревини та відносно низьким рівнем прямого антропогенного впливу. (Природний заповідник «Горгани», н.д.).

Аналіз сучасного стану рідкісних компонентів біоти засвідчує, що головними загрозами для них є кліматичні зміни, фрагментація середовищ існування, поступове посилення туристичного навантаження, порушення гідрологічного режиму та локальні наслідки господарської діяльності за межами заповідника. Для чутливих видів небезпечними є насамперед зміни мікроклімату, зменшення площ придатних біотопів і скорочення стабільних місць розмноження або зростання. (Біблік & Коваль, 2021).

Особливо важливим напрямом охорони є довгостроковий моніторинг популяцій рідкісних видів. Використання сучасних методів спостереження, зокрема фотопасток, дистанційного моніторингу та регулярних ботанічних і зоологічних обстежень, дає змогу точніше оцінювати динаміку чисельності та своєчасно виявляти ризики. Не менш значущими є запровадження режиму обмеження рекреації на найбільш уразливих ділянках, збереження буферних зон та підвищення екологічної обізнаності місцевого населення. (Герчаківський & Яворський, 2020).

На основі проведеного аналізу отримано такі результати:

- Встановлено, що специфічні умови заповідника (кам'яні розсипи — «греготи», висока вологість та суворий клімат) створюють унікальну екологічну нішу для збереження реліктових видів, які не витримують конкуренції в інших типах ландшафтів.

- Досліджено, що ключовим рідкісним компонентом є сосна кедрова європейська, яка в заповіднику утворює стабільні угруповання на висотах 1300–1500 м н.р.м.. Встановлено, що популяції мають повночленний віковий спектр, що свідчить про їх здатність до самовідновлення під охороною.

- Доведено, що завдяки суворому заповідному режиму (відсутності господарської діяльності та випасу худоби) на території ПЗ «Горгани» вдалося зберегти цілісність оселищ для 44 видів судинних рослин та десятків видів тварин, занесених до Червоної книги України. (Закон України, 1992).

Отже, природний заповідник «Горгани» є ключовою територією для збереження рідкісних компонентів біоти Карпатського регіону. Його біорізноманіття має високу наукову, природоохоронну та еколого-освітню цінність, а подальше вдосконалення системи охорони та моніторингу є необхідною умовою збереження цих унікальних природних комплексів у довготривалій перспективі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біблік, С. А., & Коваль, В. В. (2021). Оцінка чутливості високогірної флори Карпат до кліматичних змін: застосування біокліматичного моделювання. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*.
2. Герчаківський, Л. С., & Яворський, А. Р. (2020). Використання ГІС-технологій та фотопасток для моніторингу популяцій великих хижаків у Карпатському регіоні. *Український журнал екології*.
3. Закон України. (1992). *Про природно-заповідний фонд України* (№ 2456-XII). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2456-12>
4. Природний заповідник «Горгани». (н.д.). *Моніторинг біорізноманіття та науково-дослідна діяльність*. <https://gorgany-zapovidnyk.in.ua/>

РОЛЬ ГРОМАД У ЗБЕРЕЖЕННІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

КАНІВЕЦЬ Олена

*Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна,
e-mail:leva1205@ukr.net*

У сучасних умовах глобальних екологічних викликів особливого значення набуває локальний рівень управління природними ресурсами. Саме територіальні громади стають ключовими суб'єктами впровадження принципів сталого розвитку, адже вони безпосередньо взаємодіють із природним середовищем і відчують наслідки його деградації. Децентралізація, яка активно відбувається в Україні, відкрила нові можливості для ефективного екологічного врядування, водночас поклавши на громади більшу відповідальність за збереження довкілля, що нормативно закріплено в Законі України «Про місцеве самоврядування в Україні» [1], який визначає повноваження органів місцевого самоврядування у сфері управління природними ресурсами, благоустрою та охорони довкілля.

Передусім, громади відіграють важливу роль у раціональному використанні природних ресурсів - земельних, водних, лісових. Завдяки близькості до локальних проблем вони здатні швидше і точніше реагувати на екологічні загрози, ніж центральні органи влади. Наприклад, контроль за незаконною вирубкою лісів, несанкціонованими сміттєзвалищами чи надмірним використанням водних ресурсів часто є ефективнішим саме на рівні громади, де існує безпосередня зацікавленість мешканців у збереженні навколишнього середовища. У цьому контексті важливого значення набуває формування системи моніторингу земельних ресурсів, яка дозволяє здійснювати контроль за їх використанням та запобігати деградаційним процесам. Ефективний моніторинг земель у межах об'єднаних територіальних громад має бути ключовим інструментом раціонального природокористування та управління територіями [2].

Не менш важливим є формування екологічної свідомості населення. Громади виступають платформою для екопросвітницьких ініціатив, впровадження програм сортування відходів, енергоефективності та відповідального споживання. Саме через локальні освітні проекти, громадські слухання та участь мешканців у прийнятті рішень формується культура дбайливого ставлення до природи. Такий підхід створює довгостроковий ефект, адже змінює поведінкові моделі суспільства.

В умовах війни роль громад у збереженні природних ресурсів в Україні набула ще більшої актуальності. Значні території зазнали екологічних руйнувань, включаючи забруднення ґрунтів, води та знищення екосистем. Саме місцеві громади стають першими, хто бере участь у відновленні постраждалих територій, організації моніторингу стану довкілля та залученні міжнародної допомоги. Як підкреслюють У. П. Бек та В. В. Гатала, ефективність екологічної політики значною мірою залежить від активності громад у процесах контролю та відновлення природного середовища [3].

Водночас, поряд із значним потенціалом територіальних громад у сфері збереження природних ресурсів, варто критично окреслити низку системних викликів, які стримують повноцінну реалізацію їх екологічних функцій.

Насамперед, це недостатній рівень фінансового забезпечення природоохоронних заходів на місцевому рівні. Більшість громад змушені спрямовувати обмежені бюджетні ресурси на вирішення першочергових соціально-економічних потреб, що часто відсуває екологічні ініціативи на другий план. У результаті проекти з охорони довкілля, модернізації інфраструктури поводження з відходами чи відновлення природних екосистем реалізуються повільно або частково [4].

Не менш вагомою проблемою залишається дефіцит кваліфікованих кадрів у сфері екологічного управління на рівні громад. Ефективне планування природокористування, організація моніторингу стану довкілля та впровадження сучасних екологічних практик потребують фахівців із відповідними компетенціями, яких у багатьох громадах бракує. Це призводить до того, що навіть за наявності ресурсів управлінські рішення не завжди є достатньо науково обґрунтованими та системними [4].

Окремо слід відзначити недосконалість нормативно-правової бази, яка регулює екологічну діяльність громад. Часті зміни законодавства, дублювання повноважень різних рівнів влади та недостатня конкретизація механізмів реалізації екологічної політики ускладнюють практичне впровадження природоохоронних заходів. У цьому контексті особливо актуальною є потреба гармонізації національного законодавства з принципами сталого розвитку та європейськими екологічними стандартами, що також підкреслюється у сучасних наукових дослідженнях [5].

Водночас зазначені проблеми не є нездоланими. Їх подолання значною мірою залежить від розвитку партнерських моделей взаємодії між територіальними громадами, органами державної влади, бізнесом та міжнародними організаціями. Така співпраця дозволяє акумулювати фінансові ресурси, залучати експертну підтримку та

впроваджувати успішні практики екологічного управління. Окрему роль відіграють грантові програми та міжнародна технічна допомога, які сприяють реалізації інноваційних екологічних проєктів на місцевому рівні.

Важливим стратегічним напрямом розвитку є впровадження інноваційних підходів до управління природними ресурсами, зокрема цифрових технологій моніторингу, геоінформаційних систем та платформ для аналізу екологічних даних. Такі інструменти забезпечують прозорість управлінських рішень, підвищують оперативність реагування на екологічні загрози та дозволяють здійснювати більш точне планування використання територій [6].

Таким чином, незважаючи на наявні обмеження, територіальні громади поступово трансформуються у ключових суб'єктів екологічного врядування. Вони виступають не лише виконавцями екологічної політики, але й активними агентами змін, які формують нову модель відповідального ставлення до природних ресурсів. Це підтверджується як сучасними науковими дослідженнями, так і практикою розвитку місцевого самоврядування в Україні, що свідчить про поступове становлення громад як повноцінних учасників системи сталого природокористування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про місцеве самоврядування в Україні: Закон України від 21 травня 1997 року № 280/97-ВР URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80#Text>
2. Сучасні напрямки формування та впровадження моніторингу землекористування об'єднаних територіальних громад. (2023). Комунальне господарство міст, 3 (177), 104-108. <https://doi.org/10.33042/2522-1809-2023-3-177-104-108>
3. Бек У.П., Гатала В. В. (2023). Про роль місцевих громад у механізмах контролю екологічної політики. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія Економічна. Серія Юридична., 37, 84-88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7944354>
4. Інститут регіональних досліджень НАН України. Офіційний сайт Інституту регіональних досліджень НАН України. URL: <http://www.ird.gov.ua> (дата звернення: 29.04.2026).
5. Ковтун О. М. Законодавство щодо забезпечення екологічної безпеки в Україні: сучасний стан, проблеми, напрями реформування // *Нове українське право*. 2025. № 3. DOI: <https://doi.org/10.51989/NUL.2025.3.15>
6. Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України до 2030 року: Закон України від 28 лютого 2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 30.04.2026).

АНАЛІЗ ВМІСТУ БАРІЮ В ҐРУНТАХ ЗАБРУДНЕНИХ ВИБУХОВИМИ РЕЧОВИНАМИ

КОВАЛЕНКО Юлія

Сумський національний аграрний університет. Суми. Україна

e-mail: yulia.sunny13@gmail.com

Мілітарне антропогенне навантаження чинить негативний вплив на стан довкілля та здоров'я населення [5]. Щодня в навколишнє середовище потрапляють хімічні речовини внаслідок детонації вибухових пристроїв безпілотних літальних апаратів, керованих авіаційних бомб та ракет. Ці речовини не тільки накопичуються в ґрунті, а й мігрують до ґрунтових вод, поглинаються рослинами і включаються у харчові ланцюги [2, 3]. В умовах тривалих військових дій рівень забруднення істотно зростає. Згідно опублікованих даних, через вибухи снарядів, авіабомб, ракет до ґрунтового покриву потрапляють свинець, ртуть, ванадій, кадмій, стронцій. В якості окиснювачів у бойових набоях використовуються різноманітні речовини: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 , KClO_3 , KClO_4 , BaO_2 та інші [1]. На теперішній час неможливо в повній мірі оцінити вплив військової агресії на довкілля через продовження військових дій. Проте, для подолання негативних наслідків війни необхідно провести комплексний моніторинг основних компонентів довкілля, в тому числі і ґрунту щодо забруднення ксенобіотиками в цілому і важкими металами зокрема.

В процесі дослідження проводили кількісний аналіз рівня забруднення барієм поверхневого шару ґрунту на території м. Суми в місцях влучання ракет, безпілотних літальних апаратів та авіабомб на різних відстанях від епіцентру вибуху – 3-5; 10-15; 25-30; 40-50 м. Результати досліджень дали можливість простежити вплив різних вибухових пристроїв на ступінь забруднення ґрунту барієм. Застосовували теоретичні і практичні методи дослідження, аналіз зразків проводили з використанням рентгено-флюорисцентного портативного аналізатора Thermo scientific Niton XL2. Оціночну шкалу вмісту важких металів в досліджуваних зразках формували з опорою на кларковий вміст валових форм Ba в земній корі за Taylor [4] та фоновий вміст елементу в міських ґрунтах.

Аналіз ґрунтових зразків в зоні безпосереднього впливу вибухових пристроїв виявив, що вміст більшості важких металів в поверхневому шарі ґрунту знаходився в межах фону на всіх дослідних ділянках – як в епіцентрі вибуху, так і на відстанях. Це стосується таких елементів, як Mn, Cu, Fe, Zn, Sc, Co, Sn, Cd, Pd, Pb, As, Hg, Ni, Cr, Rb, V. Перевищення валового вмісту спостерігалось в таких елементах як Zn, Sr, Ba, Zr, Ti.

Кларковий вміст Ba в земній корі становить 425 мг/кг. За нашими дослідженнями середній фоновий вміст в ґрунтах м. Суми становить 120-300 мг/кг, залежно від механічного складу ґрунту. В процесі дослідження доведено, що валовий вміст Ba в поверхневому шарі забруднених вибуховими речовинами ґрунтів зменшувався по мірі віддалення від епіцентрів вибухів (табл. 1).

Таблиця 1. Вміст Ba в поверхневому шарі ґрунту, забрудненого внаслідок вибухів, мг/кг

Відстань від епіцентру	Локації		
	1	2	3
3-5 м	1026,9±143,3	1191,3±157,1	531,5±87,5
10-15 м	997,9±137,1	738,2±117,7	495,7±73,1
25-30 м	731,4±126,6	654,3±101,6	314,8±70,4
40-50 м	687,3±101,4	494,7±82,6	259,4±53,8

Перевищення вмісту Ba в 3,42 рази від максимальної фонові концентрації спостерігали на локації 1, в епіцентрі вибуху ракети. Перевищення вмісту елементу в 3,97 разів спостерігали на локації 2, в 5 м від вибуху КАБу. Мінімальні перевищення в 1,77 разів спостерігали на локації 3 біля місця влучання БПЛА.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зайцев, Ю. О., Грищенко, О. М., Романова, С. А., & Зайцева, І. О. Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської обл. *Агроекологічний журнал*. 2022. Т.3 С. 136-149.
2. Писаренко П., Самойлік М., Галицька М., Діченко О., С Тараненко. Дослідження впливу техногенного забруднення внаслідок воєнних дій на показники обґрунтування агроценозів. *Аграрні інновації*. 2022. Т.14 С. 94-102.
3. Broomandi P, Guney M, Kim JR, Karaca F. Soil contamination in areas impacted by military activities: a critical review. *Sustainability*. 2020. 12(21):9002. <https://doi.org/10.3390/su12219002>
4. Taylor S. R. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table (англ.) // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1964. Vol. 28, no. 8. P.1273-1285. doi:10.1016/0016-7037(64)90129-2.- Bibcode:1964GeCoA..28.1273T
5. Broomandi P., Guney M., Kim JR., Karaca F. Soil Contamination in Areas Impacted by Military Activities: A Critical Review. *Compatibility*. 2020. No12. P. 9002.

СУЧАСНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОСИСТЕМНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІСАХ

**¹ЛАВНИЙ Василь,
¹ІВАНЮК Андрій,
¹МИХАЙЛІВ Оксана,
¹ЮСЬКЕВИЧ Тарас,
²SPATHELF Peter**

¹Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна
e-mail: v.lavnyy@nltu.edu.ua

²Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany
e-mail: Peter.Spathelf@hnee.de

Реалізація Стратегії з наближеного до природи лісівництва в Україні вимагає системної трансформації підходів до ведення лісового господарства. Ключовим завданням цього процесу є додаткове навчання персоналу, зміна мислення та формування нових навичок у практикуючих лісівників і майбутніх фахівців. Ефективним інструментом для досягнення цієї мети служать мартелоскопи – спеціально обладнані лісові демонстраційні та тренувальні ділянки. Сам термін походить від французького слова «martelage», що означає відбір дерев у рубку, та грецького «skopein» (дивитися). Концепція зародилася у Франції в 1990 році, а сьогодні міжнародна мережа координується Європейським лісовим інститутом (EFI) з офісу в Бонні (Німеччина), об'єднуючи 289 об'єктів у 27 країнах Європи. Україна долучилася до цієї ініціативи у 2020 році [5].

З погляду сучасних методів лісівничо-екологічних досліджень, мартелоскоп є прямокутною лісовою ділянкою (найчастіше площею 1 га), де проведено суцільний облік дерев. Усі дерева з діаметром на висоті 1,3 м понад 8 см нумеруються стійкою фарбою та картографуються з фіксацією точних просторових координат і параметрів росту [4]. Науково-екологічна цінність методу полягає в детальному аудиті мікрооселищ: на кожному дереві фіксують наявність дупел, гнилей, плодових тіл грибів, дендротельм, галерей комах тощо [2]. Каталог мікрооселищ EFI перекладено нами на українську мову і він є у вільному доступі. На основі цих даних розробляється цифрова інтерактивна карта та повна таксаційна база даних деревостану, що відображає його актуальну сортиментну структуру та рівень біорізноманіття [3]. На сьогодні в лісах України закладено сім мартелоскопів, які охоплюють різні типи лісорослиних умов і склад деревостанів (п'ять об'єктів на рівнині Львівщини та два – у гірських лісах Карпат).

Поєднання детальної польової бази даних мартелоскопів із спеціалізованим програмним забезпеченням від EFI "I+ Trainer" дозволяє використовувати ці об'єкти як віртуальні інструменти моделювання лісових екосистем. Застосування мобільних пристроїв (планшетів) безпосередньо в лісі дає змогу проектувати різні сценарії господарських заходів, зокрема рубок переформування, та миттєво оцінювати їхні екологічні та економічні наслідки [1]. Система автоматично розраховує, який відсоток запасу вилучається, з яких ступенів товщини, які сортименти будуть отримані, а головне – який обсяг мікрооселищ втрачається і як це впливає на загальний стан біорізноманіття лісостану.

Цей сучасний підхід було успішно апробовано під час практичних занять із слухачами курсів підвищення кваліфікації з наближеного до природи лісівництва – лісівниками-практиками філії «Карпатський лісовий офіс», а також у навчальному процесі підготовки студентів. Учасники тренінгів самостійно здійснювали практичні вправи з відбору дерев у рубки догляду та рубки переформування і мали змогу наочно оцінити вплив своїх рішень на структуру, продуктивність та екологічний стан лісу. Це сприяє інтеграції аспектів збереження біорізноманіття у щоденну лісгосподарську практику та забезпечує збалансоване управління лісовими екосистемами.

Створена в Україні мережа мартелоскопів є високоефективною інфраструктурною платформою для проведення сучасних екологічних досліджень лісових фітоценозів та реалізації інтерактивних освітніх програм. Вони дозволяють детально аналізувати складні внутрішньоценотичні процеси, прогнозувати реакцію та стійкість лісових екосистем до антропогенних чинників та змінювати парадигму мислення фахівців щодо наближеного до природи лісівництва. Важливою перевагою методу є повна екологічність: усі симуляційні тренінги та моделювання здійснюються без нанесення реальної шкоди чи фізичного впливу на лісові масиви.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лавний, В. В., Михайлів, О. Б., Іванюк, А. П., Юськевич, Т. В., Нагорняк, Б. З., & Spathelf, P. (2026). Вдосконалення методи переформування одновікових ялицевих деревостанів. «Наукові читання імені В.М. Виноградова»: Матеріали VIII-ої Всеукраїнської науково-практичної конференції (14–15 травня 2026 року). Херсон-Кропивницький: 2026, 12-15.

2. Лавний, В. В., Іванюк, А. П., Михайлів, О. Б., Юськевич, Т. В., & Шпатгельф, П. (2025). Збереження біорізноманіття лісів завдяки мартелоскопам. Практичні аспекти діяльності природно-заповідних територій і об'єктів у контексті збалансованого розвитку: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. присвяч. 30-річчю Нац. природ. парку «Вижницький» (25-26 вересня 2025 р. сел. Берегомет, Чернівецька обл., Україна) / М-во зах. довкілля та природ. ресурсів України, Нац. природ. парк «Вижницький» та ін. – м. Вижиця: Черемош, 2025, 102-104.
3. Debryniuk, V., Lavnyy, V., Ivaniuk, A., Orikhovskyy, R., & Spathelf, P. (2025, October). Monitoring of Forest Sites by Establishing Martelosscopes. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2025» (Vol. 2025, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202552068>
4. Lavnyy, V., Yuskevych, T., Mykhayliv, O., Ivaniuk, A., Nagorniak, B., & Spathelf, P. (2025). Forest-mensuration indicators of martelosscopes in the Ukrainian Roztochia. Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, 28, 189-201. <https://doi.org/10.15421/412514>
5. Martelosscopes and data. Вилучено з <http://iplus.efi.int/martelosscopes-data.html>

ОЦІНКА СТАНУ МІСЬКОЇ РОСЛИННОСТІ ЗА ІНДЕКСОМ NDVI (НА ПРИКЛАДІ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬК)

¹ ОСТАП'ЮК Василь,
¹ БОЙЧУК Василь
¹ КАВЧУК Ірина,
¹ РІЗНИЧУК Надія

¹Карпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна,
¹e-mail: vasyli.ostapyuk.23@pnu.edu.ua, ²e-mail: vasyli.boichuk@cnu.edu.ua,
³e-mail: iryna.kavchuk@gmail.com, ⁴e-mail: nadiia.riznychuk@cnu.edu.ua

У роботі проведено оцінку стану міської рослинності Івано-Франківська із використанням нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI). Дослідження виконано на основі супутникових знімків Landsat 8 та Sentinel-2 із застосуванням методів дистанційного зондування Землі та геоінформаційного аналізу. Встановлено просторову диференціацію показників NDVI залежно від функціональної структури міста та рівня урбанізаційного навантаження. Найнижчі значення індексу характерні для територій щільної забудови та транспортних вузлів (NDVI = 0,12–0,24), тоді як найвищі зафіксовано у межах паркових і приміських зон (NDVI = 0,62–0,78). Виявлено тенденцію до зниження середніх значень NDVI у центральній частині міста, що свідчить про деградацію рослинного покриву та посилення ефекту урбанізаційного стресу. Доведено ефективність використання NDVI як інструменту екологічного моніторингу урбоєкосистем та просторового планування зелених насаджень.

Міська рослинність є одним із ключових компонентів урбанізованих екосистем, оскільки забезпечує регуляцію мікроклімату, очищення атмосферного повітря, зниження рівня шумового забруднення та підтримання екологічної стійкості міського середовища. У сучасних умовах інтенсивної урбанізації та кліматичних змін особливого значення набуває моніторинг стану зелених насаджень із використанням сучасних геоінформаційних технологій.

Одним із найбільш ефективних інструментів оцінки стану рослинного покриву є нормалізований диференційний вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), який базується на аналізі спектральних характеристик рослинності у червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах [1, 4]. Використання NDVI дозволяє здійснювати кількісну оцінку стану рослинності, визначати деградовані ділянки та аналізувати просторову структуру зелених зон.

Для Івано-Франківська проблема збереження та розвитку міської рослинності є особливо актуальною у зв'язку зі зростанням щільності забудови, транспортного навантаження та фрагментацією природного каркасу міста [5, 6].

Метою дослідження було оцінити стан та просторову диференціацію міської рослинності Івано-Франківська за допомогою індексу NDVI із використанням даних дистанційного зондування Землі.

У роботі використано супутникові знімки Landsat 8 та Sentinel-2 за 2020–2025 рр., що дозволило провести порівняльний аналіз стану рослинного покриву в межах міста Івано-Франківськ.

Обробка супутникових даних здійснювалася у середовищі геоінформаційних систем QGIS та ArcGIS із застосуванням алгоритмів дистанційного зондування Землі. Для розрахунку NDVI використовували спектральні канали червоного (Red) та ближнього інфрачервоного (NIR) діапазонів [2, 3].

Індекс NDVI визначали за формулою:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

де: *NIR* – відбиття у ближньому інфрачервоному діапазоні; *Red* – відбиття у червоному спектральному діапазоні.

Просторовий аналіз включав:

- класифікацію типів землекористування;
- оцінку щільності забудови;
- визначення просторового розподілу рослинності;
- аналіз змін NDVI у різних функціональних зонах міста.

Додатково проведено оцінку екологічного стану територій за градацією значень NDVI.

Проведений аналіз засвідчив суттєву просторову неоднорідність показників NDVI у межах Івано-Франківська.

Найнижчі значення індексу характерні для:

- центральної частини міста;
- територій щільної багатоповерхової забудови;
- транспортних вузлів;
- промислових зон.

У зазначених районах значення NDVI становили 0,12–0,24, що свідчить про низький рівень розвитку рослинного покриву та високий ступінь антропогенної трансформації середовища.

Водночас найбільш сприятливі показники зафіксовано:

- у межах міського парку ім. Т. Шевченка;
- поблизу міського озера;
- на території Вовчинецьких гір;
- у приміських зелених зонах.

Для цих територій значення NDVI становили 0,62–0,78, що відповідає густій здоровій рослинності.

Таблиця 1. Класифікація стану рослинності за значеннями NDVI

№ п/п	Значення NDVI	Стан рослинності
1	0,60–1,00	Густа здорова рослинність
2	0,30–0,60	Середня рослинність
3	0,10–0,30	Слабка рослинність
4	<0,10	Відсутність рослинності

Встановлено тенденцію до поступового зниження середніх значень NDVI у центральній частині міста протягом досліджуваного періоду, що пов'язано зі збільшенням площі забудови та скороченням відкритих зелених просторів.

Аналіз просторового розподілу NDVI дозволив виявити осередки деградованої рослинності та території з підвищеним урбанізаційним навантаженням. Найбільш проблемними виявилися ділянки вздовж магістральних транспортних артерій, де спостерігається фрагментація зелених насаджень та формування локальних «теплових островів».

Встановлено, що території з високими значеннями NDVI характеризуються кращими мікрокліматичними умовами, нижчим рівнем перегрівання поверхні та вищою екологічною стійкістю.

Отримані результати підтверджують ефективність використання NDVI для:

- екологічного моніторингу урбоєкосистем;
- оцінки стану зелених насаджень;
- виявлення деградованих територій;
- планування озеленення міського середовища;
- формування GIS-карт екологічного стану міста.

Результати дослідження узгоджуються з сучасними науковими підходами до використання дистанційного зондування Землі у системах моніторингу урбанізованих територій. Встановлено суттєву просторову диференціацію показників NDVI залежно від рівня урбанізаційного навантаження.

Найнижчі значення індексу характерні для територій щільної забудови та транспортних вузлів, найвищі – для паркових і приміських зон. Виявлено тенденцію до погіршення стану рослинного покриву у центральній частині Івано-Франківська. Доведено ефективність використання NDVI як інтегрального індикатора стану міської рослинності. Встановлено перспективність застосування GIS-технологій та дистанційного зондування Землі у системах екологічного моніторингу урбанізованих територій.

Отримані результати можуть бути використані при плануванні зелених зон та формуванні стратегій сталого розвитку міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Pettorelli, N. (2013). The normalized difference vegetation index. Oxford University Press.
2. Weng, Q. (2012). Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas. Remote Sensing of Environment, 117, 34–49.
3. European Environment Agency. (2020). Urban adaptation in Europe: How cities and towns respond to climate change. Copenhagen.
4. United Nations. (2022). World urbanization prospects. New York.
5. Boichuk Vasyli, Riznychuk Nadiia. Urban greening in Ivano-Frankivsk: ecological status and prospects for sustainable development. Journal of Vasyli Stefanyk Precarpathian National University. Biology [https://journals.pnu.edu.ua/index.php/jpnubio/Vol. 11\(2024\), P189-P194](https://journals.pnu.edu.ua/index.php/jpnubio/Vol.11(2024),P189-P194). DOI: <https://doi.org/10.15330/jpnubio.11.189-194>
6. Бойчук В.Б., Різничук Н.І. Сучасний стан озеленення міста Івано-Франківськ у контексті екологічної сталості: проблеми, виклики та стратегічні напрями розвитку. Екологічні науки : науково-практичний журнал / Головний редактор Бондар О.І. – К. : Видавничий дім «Гельветика», 2025. – № 4(61). С. 233-236.

THE ROLE OF ACADEMIC NETWORKS IN ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS AND ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE MANAGEMENT IN THE FIELD OF SOLID AND LIQUID WASTE MANAGEMENT

**PETRUK Roman,
ISCHCHENKO Vitaliy**

*Vinnitsia National Technical University, Ukraine,
e-mail: prroma07@gmail.com*

Academic networks are a very effective potential catalyst for systemic change in Ukraine. Academic networks, such as university consortia and research institutes, act as a platform for generating knowledge that is the foundation for the implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs), and in particular, Goals 12 on responsible consumption and production and 13 on combating climate change.

Within academic networks, technology transfer can occur, which will facilitate the transition from theoretical research to the practical implementation of innovations in municipal and industrial waste management. In addition, the training process is shaping a new generation of specialists (ecologists-technologists, engineers, managers) who are able to integrate the principles of the circular economy into state policy.

The existing solid waste management strategy in our country provides for the gradual implementation of the principles of the circular economy and environmentally sound waste management, however, the implementation of this approach is quite slow. The existing waste management hierarchy (Fig. 1) provides for academic justification of the priority of waste prevention and reuse over landfilling, but there are very few effective examples of prevention. Predominantly, landfilling of waste can be observed (approximately 90%), and reuse and recycling (about 10% together). Moreover, in some European countries, recycling is the predominant one.

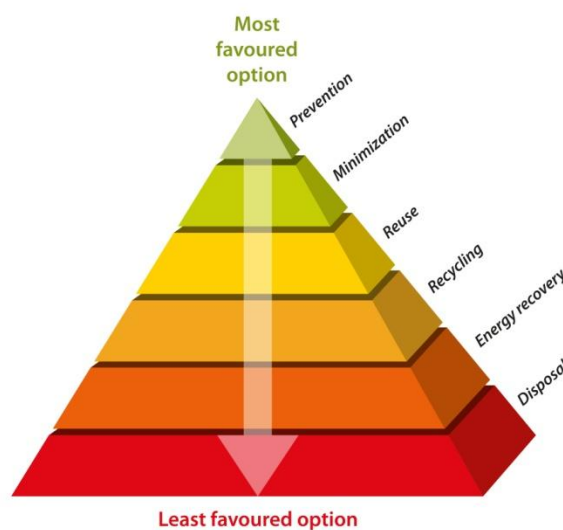


Fig. 1. Priorities of the waste management strategy

One of the prospects for the implementation of academic networks is also the expansion and improvement of processing technologies, in particular, the development and optimization of methods of mechanical-biological processing, composting of the organic fraction and obtaining energy from waste.

One of the priorities is also circular models aimed at the scientific design of the life cycle of goods, which minimizes the amount of waste at the design stage (Eco-design).

Innovative in the field of liquid waste management are wastewater treatment and the development of energy-efficient treatment methods (membrane technologies, phytoremediation), which allow water to be returned to the technical or natural cycle (SDG No. 6: Clean water and adequate sanitation).

In addition, resource recovery and extraction of valuable components from wastewater (nitrogen, phosphorus, biogas) for the needs of the agricultural sector and energy are also possible.

The most effective model of environmentally sustainable management and implementation of academic networks is the Synergy of Science, Government and Business. This is the “Triple Helix” model. It provides expert support, where academic networks provide a scientific basis for the development of local waste management plans and national strategies. It also provides for social responsibility and conducting educational campaigns and involving the public in waste sorting through university initiatives and volunteer projects. And international cooperation and exchange of experience between countries through joint grant programs (for example, Horizon Europe or Erasmus+) will allow adapting the best global practices to local conditions.

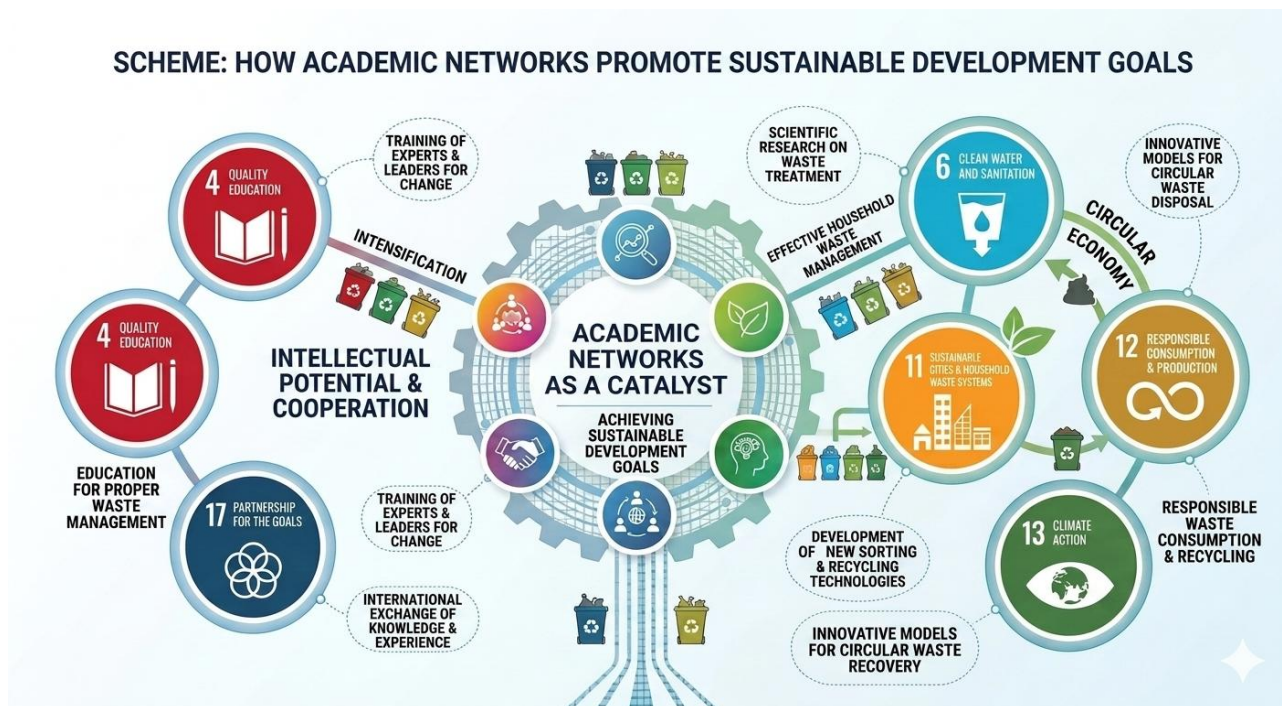


Fig. 2. Prospects for using academic networks to achieve the SDGs

Therefore, academic networks are a key link that combines innovative technologies with practical management tools. Without their involvement, achieving environmental sustainability in the waste sector is impossible, since it is science that ensures the transition from a linear consumption model to a closed cycle, which is a requirement of the time and the UN global goals.

ТИПІЗАЦІЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

**ПРИЩЕПА Алла,
ІВАНОВ Юрій,
ЩУР Олександр**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна
e-mail: a.m.pryshchepa@nuwm.edu.ua*

Атмосферне повітря є одним із ключових компонентів навколишнього природного середовища, від якого безпосередньо залежить існування живих організмів, функціонування екосистем та забезпечення належного рівня життєдіяльності суспільства [1, 2]. У сучасних умовах інтенсивного розвитку промисловості, транспорту, енергетики та урбанізації, як зазначають Клименко М.О., Сафранов Т.А., Бахарєв В.С., Мальований М.С., спостерігається зростання викидів забруднювальних речовин, що погіршує якість атмосферного повітря, спричиняє кліматичні зміни, негативно впливає на здоров'я населення та призводить до деградації екосистем. У межах реалізації Цілей сталого розвитку забезпечення належного стану повітря є ключовим, оскільки пов'язане з охороною здоров'я, розвитком сталих міст і громад, відповідальним споживанням і виробництвом та протидією зміні клімату.

У процесі дослідження використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів. Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря застосовано статистичний метод обробки даних щодо обсягів викидів забруднювальних речовин. Метод порівняльного аналізу використано для визначення місця м. Березне як умовно чистого міста та м. Рівне як найбільш трансформованого серед НП Рівненської області

Аналіз структури викидів за видами економічної діяльності свідчить про домінуючу роль промислового сектору у формуванні забруднення атмосферного повітря області. Найбільша частка викидів припадає на переробну промисловість - 5944,3 т, що становить 84,1 % від загального обсягу. Другу позицію за обсягами викидів займає добувна промисловість і розроблення кар'єрів - 420,1 т (5,9 %). Сільське, лісове та рибне господарство формує 253,4 т викидів (3,6 %), що пов'язано з використанням техніки, спалюванням палива та діяльністю сільськогосподарських підприємств. Певний внесок у забруднення атмосферного повітря здійснює сектор енергетики, зокрема постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря - 265,4 т (3,8 %).

Проведений аналіз розподілу обсягів викидів забруднюючих речовин у НП Рівненської області дозволяє здійснити їх групування за рівнем антропогенного навантаження на атмосферне повітря (рис.1).

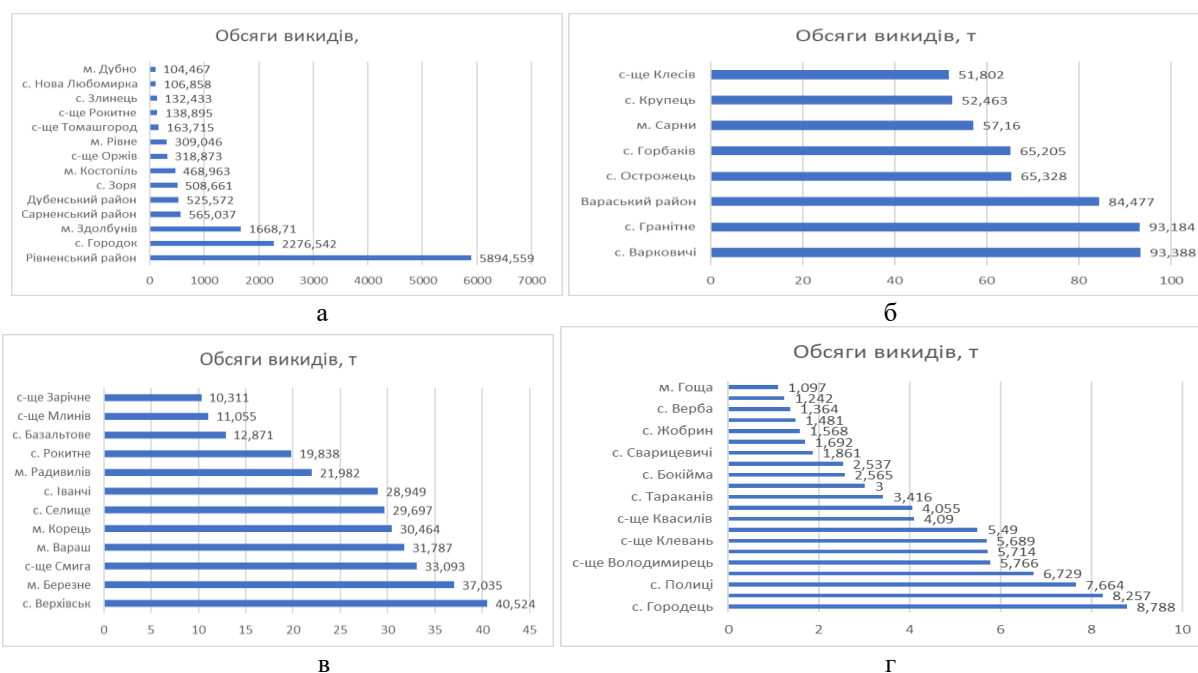


Рис.1 Розподіл обсягів викидів забруднюючих речовин у НП Рівненської області: а – викиди більше 100 т/рік; б – викиди 50–100 т/рік; в – викиди 10 - 50 т/рік; г – викиди - 1- 10 т/рік

Класифікацію виконано за п'ятьма інтервалами: понад 100 т/рік, 50–100 т/рік, 10–50 т/рік, 1–10 т/рік та менше 1 т/рік. Обрані інтервали дають змогу відокремити НП з критично високими обсягами викидів, характерними для промислово розвинених територій, від НП із помірним, низьким та мінімальним рівнем антропогенного впливу.

За результатами класифікації найбільшу кількість становлять НП з обсягами викидів 1–10 т/рік – 21, що свідчить про переважання територій із низьким рівнем антропогенного навантаження. До групи з викидами 10–50 т/рік належать 12 НП, що характеризуються помірним техногенним впливом на атмосферне повітря. Водночас 8 НП мають обсяги викидів у межах 50–100 т/рік, а 14 НП – понад 100 т/рік, що вказує на значний рівень антропогенного навантаження та концентрацію основних джерел забруднення атмосферного повітря.

М. Рівне має обсяг викидів 309,046 т і займає п'яте місце серед представлених НП першої групи, водночас його показники є нижчими порівняно з окремими промислово навантаженими територіями області, зокрема с. Городок – 2276,542 т, м. Здолбунів із показником 1668,71, м. Зоря – 508,661 т, м. Костопіль – 468,963 т. М. Березне потрапило у групу з обсягами викидів 10–50 т/рік, та займає друге місце – 37,035 т, найвищий показник серед представлених НП зафіксовано у с. Вербськ – 40,524 т., с-ща Смига – 33,093 т та м. Вараш – 31,787 т.

Таким чином отримані результати свідчать про значну диференціацію території Рівненської області за рівнем викидів забруднюючих речовин. Основне екологічне навантаження зосереджене у першій групі, що вказує на доцільність спрямування природоохоронних заходів саме на ці об'єкти. Водночас для населених пунктів із середніми та низькими показниками викидів актуальним є підтримання існуючого екологічного стану та запобігання його погіршенню.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Pryshchepa, A. M., & Biedunkova, O. O. (2023). Diagnosis of environmental safety and crisis phenomena of the agrosphere under the influence of urban systems. In *International security studies: managerial, economic, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects* (pp. 1047–1068). Georgian Aviation University, Tbilisi, Georgia.
2. Клименко, М. О., Прищеп, А. М., & Вознюк, Н. М. (2023). *Моніторинг довкілля* (2-ге вид., допов. та перероб.). НУВГП. <https://ep3.nuwm.edu.ua/26550/>

ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «БІЛЕЦЬКІВСЬКІ ПЛАВНІ» (ПОЛТАВСЬКА ОБЛАСТЬ) ТА ЙОГО СОЗОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ

СМОЛЯР Наталія,
ЛЕВИЦЬКА Анна,
ЗІРКА Дмитрій

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна,
e-mail: smolarnat@ukr.net, e-mail: annalevicka713@gmail.com

Об'єкти природно-заповідного фонду виконують важливі природоохоронні, екологічні та інші функції й забезпечують охороною типові та унікальні природні комплекси, об'єкти, процеси. Найяскравішим маркером стану збереженості природи є біорізноманіття таких об'єктів. Тому визначення показників його цінності та всіма складовими (фіторізноманіттям, зоорізноманіттям, мікобіотою, ландшафтным та біотопічним) є актуальним завданням в контексті інвентаризації та в моніторинговому режимі.

На виконання цих завдань нами визначено та проаналізовано показники фіторізноманіття одного з об'єктів природно-заповідного фонду Кременчуцького району Полтавської області – ландшафтного заказника «Білецьківські плавні». З цією метою використано інвентаризаційні матеріали, наявні в картці первинного обліку заказника та результати оригінальних моніторингових досліджень на території заказника.

Заказник є одним із шести природно-заповідних об'єктів Кам'янопотоківської територіальної громади (частина його ще розташована в межах Кременчуцької міської громади) і має загальнодержавний (національний) статус. Він створений Указом Президента України №750/94 від 10.12.1994 р. «Про створення заказників загальнодержавного значення» на площі 2980,0 га на території ДП «Кременчуцький лісгосп», Кременчуцької міської та Білецьківської сільської рад Кременчуцького району. Мета створення заказника – збереження унікальної малотрансформованої ділянки заплави річки Дніпра з різноманітними ландшафтами та добре збереженим рослинним і тваринним світом, в складі якого – рідкісні види, а також це – цінні водно-болотні угіддя, місце гніздування та перебування під час міграцій птахів біля водного фауністичного комплексу, розмноження та відтворення болотної та водоплаваючої дичини, стабілізатор мікроклімату, регулятор ґрунтових вод, водного режиму Дніпра.

Територія заказника характеризується високою ландшафтно-ценотичною репрезентативністю в межах Середнього Придніпров'я, відбиваючи типові азональні заплавні ландшафти, частково – борові, до яких приурочені типові для регіону ценотично і флористично багаті заплавні комплекси – ліси (вербняки, тополівники, діброви), притерасні вільшняки, сухі піщані, справжні, заболочені та галофітні луки, псамофітні ценози, високотравні та низькотравні (осокові) болота, прибережно-водні та водні угруповання. Основну частину заказника займають плавневі комплекси, утворені чисельними староріччями, затоками, які перебувають на різних стадіях заростання рослинністю. Найбільшу площу нині займають прибережно-водна рослинність по берегах заток і піщані сухі луки. Водна рослинність набула поширення на заплавах водоймах, оскільки в протоках на її розвиток негативно впливає коливання рівня води.

У флорі заказника відомо близько 400 видів вищих рослин, а очікувана кількість знаходиться в межах 700-800 видів. Серед них – один вид (*Tragopogon ucrainicus* Artemcz.) – включений до Європейського Червоного списку, два (*Iris sibirica* L., *Orchis palustris* Jacq.) – до Червоної книги України, 16 видів – до регіонального созоологічного списку Полтавської області (*Carex dioica* L., *Cerasus fruticosa* (Pall.) Woronow, *Potentilla palustris* (L.) Scop., *Convallaria majalis* L., *Gentiana pneumonanthe* L., *Hypopitys monotropa* Crantz., *Muscari neglectum* Guss. ex Ten., *Naumburgia thyrsiflora* (L.) Rchb., *Nymphaea alba* L., *Scilla sibirica* Haw., *Secale sylvestre* Host, *Sedum borissovae* Balk., *S. purpureum* (L.) Schult., *Tragopogon ucrainicus* Artemczuk, *Valeriana officinalis* L., *Utricularia vulgaris* L. До того ж, на території заказника охороняються два види (*Salvinia natans* (L.) All., *Trapa natans* L.), які з 2021 року хоча й втратили загальнодержавний статус охорони, все ж визначають флористичну унікальність території заказника, оскільки є рідкісними на європейському рівні й плануються для включення до регіонального созоологічного списку.

У складі водної рослинності охороняються фітоценози чотирьох формацій, які включені до Зеленої книги України, – *Nymphaea alba*, *Nupharea luteae*, *Salvinia natantis*, *Trapeta natantis*.

Високі показники флористичної й ценотичної репрезентативності та унікальності визначають важливе природоохоронне значення ландшафтного заказника «Білецьківські плавні» як осередка збереження типового та раритетного фіторізноманіття. Заказник також виступає серцевиною регіонального ландшафтного парку «Кременчуцькі плавні», входячи до його складу як одна із заповідних зон, зберігаючи свій загальнодержавний статус.

Динамічні зміни природних процесів та антропогенні впливи визначають доцільність і актуальність моніторингових досліджень біорізноманіття на території заказника як модельних, зокрема й його фіторізноманіття.

РОЛЬ АКАДЕМІЧНИХ МЕРЕЖ У РОЗВИТКУ СПІВПРАЦІ УНІВЕРСИТЕТІВ І ПРИРОДООХОРОНИХ ТЕРИТОРІЙ У КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

ХРУТЬБА Ольга

*Національний транспортний університет, м.Київ, Україна,
e-mail: o.hrutba@gmail.com*

Сучасні виклики, пов'язані зі змінами довкілля, втратою біорізноманіття та необхідністю післякризового відновлення територій, зумовлюють потребу у нових формах взаємодії між освітою, наукою та практикою. У цьому контексті особливого значення набувають академічні мережі, які забезпечують інтеграцію ресурсів, знань і досвіду різних інституцій.

Розвиток співпраці між закладами вищої освіти (ЗВО) та установами природно-заповідного фонду (ПЗФ) є стратегічним пріоритетом для забезпечення післявоєнного відновлення України. Університети, при взаємодії з природоохоронними територіями, формують ефективні моделі співпраці, спрямовані на досягнення цілей сталого розвитку.

Академічні мережі виступають платформою, що об'єднує науковий потенціал університетів із практичним досвідом природоохоронних територій.

Їх метою є довгострокова співпраця для вирішення проблем збереження біорізноманіття та адаптації до змін клімату. Важливу роль у цьому процесі відіграють трансформаційні навчальні мережі, які сприяють:

- розвитку міждисциплінарних досліджень;
- впровадженню інноваційних освітніх підходів;
- формуванню практико-орієнтованих компетентностей.

Природоохоронні території, зокрема біосферні резервати та національні парки, виступають у цьому контексті як «живі лабораторії», що забезпечують можливості для проведення польових досліджень і апробації наукових рішень.

Представимо досвід формування такої академічної мережі при реалізації міжнародного проєкту програми Erasmus+ «Мережа трансформаційного навчання для забезпечення стійкості сприяння українській вищій освіті у забезпеченні сталого та потужного відновлення (післявоєнної) України» (TransLearn), який реалізовувала міжнародна команда університетів під керівництвом Університету сталого розвитку м. Еберсвальде (Німеччина), спрямований на розвиток трансформаційного навчання, впровадження інноваційних педагогічних підходів та посилення міжуніверситетської співпраці у сфері сталого розвитку. В результаті реалізації цього проєкту впроваджено підходи трансформаційного навчання у вищій освіті, розроблено сучасні навчальні матеріали й курси, підвищено компетентності викладачів і студентів у сфері сталого розвитку, а також посилено міжуніверситетську міжнародну співпрацю [1].

В результаті роботи WG3. Working Group створена Академічна мережа Biosphere Research для довгострокової співпраці викладачів та студентів університетів України з представниками природо-заповідних територій для проведення наукових досліджень, які спрямовані на вирішення проблем збереження біорізноманіття на природоохоронних територіях та їх післявоєнне відновлення [2]. Біосферні заповідники, національні природні парки, природні заповідники та інші природоохоронні території є польовими моделями для вивчення стійких форм і способів адаптації до умов, що швидко змінюються. Станом на 2024–2025 рр. мережа об'єднує 10 українських університетів та 16 природоохоронних структур (включаючи 4 біосферні резервати).

Робота мережі має комплексний характер і включає:

• *Наукову діяльність* – реалізацію спільних дослідницьких проєктів, спрямованих на збереження та відновлення екосистем;

• *Освітню діяльність* – організацію практик, стажувань, спільних навчальних курсів;

• *Підготовку кадрів* – залучення студентів та аспірантів до реальних досліджень;

• *Еколого-просвітницьку діяльність* – популяризацію знань про довкілля та формування екологічної свідомості.

Анкетування 13 установ ПЗФ та 8 університетів виявило високу готовність до взаємодії, попри брак досвіду самостійної підготовки грантових проєктів у 75% опитаних установ ПЗФ.

Ефективність мережі забезпечується поєднанням онлайн-комунікації та польових досліджень.

Основними інструментами взаємодії є:

– Цифрові платформи: Використання дошки Miro для командної роботи та Zoom/WhatsApp для оперативної комунікації.

- Інноваційні технології: Створення VR-турів для популяризації заповідних територій (ЧРЕБЗ, НПП «Голосіївський», ПЗ «Розточчя» тощо).
- Навчальні модулі: Курси з адаптивного екосистемного менеджменту та цифрової освіти для співробітників ПЗФ та студентів.
- Експертні клуби: Робота онлайн-клубу «Екологічні зустрічі», де обговорюються питання екосистемних послуг, інвазійних видів та реабілітації ветеранів.

Таблиця 1. Зони спільних інтересів (на основі опитування)

Напрямок	Пріоритети для ПЗФ та ЗВО
Наука	Спільний моніторинг біорізноманіття, оцінка екосистемних послуг, дослідження впливу війни.
Освіта	Залучення студентів до практик, розробка бакалаврських та магістерських робіт на базі ПЗФ.
Проекти	Спільне написання грантових заявок (напр., Horizon Europe, LIFE).
Кадри	Підготовка кадрового резерву для заповідних установ.

Практичний досвід реалізації мережевих ініціатив свідчить про їхню ефективність у розвитку співпраці. Зокрема, трансформаційні навчальні мережі об'єднують представників університетів, природоохоронних установ, експертного середовища та студентської спільноти.

У межах таких мереж здійснюється:

- організація регулярних зустрічей і навчальних заходів;
- розробка та впровадження спільних освітніх курсів;
- підготовка проєктних пропозицій;
- формування дослідницьких груп.

Особливістю є залучення значної кількості учасників з різних країн, що забезпечує міжнародний обмін досвідом і сприяє інтернаціоналізації освітньої діяльності.

Окремого значення набуває поєднання екологічної та соціальної складових, зокрема використання природного середовища як ресурсу для психологічної реабілітації різних груп населення.

Попри значні переваги розвиток академічних мереж супроводжується низкою викликів:

- необхідністю координації великої кількості учасників;
- різними інституційними підходами та управлінськими практиками;
- ресурсними обмеженнями;
- потребою у довготривалому підтриманні партнерських відносин.

Разом з тим, перспективи розвитку таких мереж пов'язані з їхньою здатністю забезпечувати сталість співпраці, масштабування результатів та інтеграцію у глобальні процеси досягнення цілей сталого розвитку.

Висновки

Академічні мережі, такі як WG3 проекту TransLearnN, трансформують університети з суто освітніх закладів у стратегічних партнерів природоохоронної сфери. Спільна діяльність дозволяє не лише проводити наукові дослідження, а й впроваджувати цифрові інновації та формувати нову генерацію фахівців, здатних забезпечити сталий розвиток та екологічну безпеку України в поствоєнний період. Розширення та підтримка таких мереж є важливою умовою підвищення ефективності природоохоронної діяльності, розвитку екологічної освіти та забезпечення сталого майбутнього.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мережа трансформаційного навчання для забезпечення стійкості сприяння українській вищій освіті у забезпеченні сталого та потужного відновлення (післявоєнної) України» <https://translearnn.ztu.edu.ua>.
2. Report WG3. Working Group for Biosphere Research <https://drive.google.com/file/d/1ZvTwML3kunTXE89hd0pFtyCZgtsYDTVV/vie>.

SUSTAINABLE RESOURCE MANAGEMENT VIA THE USE OF DIGESTATE FOR THE REMEDIATION OF SOILS CONTAMINATED WITH PETROLEUM PRODUCTS

¹CHERNIAK Larysa,
²MANIECKI Tomasz,
²CIESIELSKI Radoslaw,
²SHTYKA Oleksandr,
¹DMYTRUKHA Tetiana

¹National University “Kyiv Aviation Institute”, Kyiv, Ukraine,
 e-mail: larysa.cherniak@napp.kai.edu.ua

²Lodz University of Technology, Lodz, Poland

Soil contamination by petroleum products represents a critical environmental challenge, leading to the deterioration of physical, chemical, and biological soil properties, a decline in fertility, and the disruption of soil ecosystem functions. Given the imperative to implement the principles of sustainable development and the circular economy, identifying effective and resource-saving technologies for restoring soils impacted by petroleum products is of paramount importance. A highly promising approach is the utilization of digestate [1] – a by-product of the anaerobic digestion of organic feedstock during biogas production. Digestate contains substantial amounts of organic matter, macro- and micronutrients, humic compounds, and beneficial microflora, making it a valuable resource for enhancing the properties of degraded soils. The application of digestate aligns with the principles of sustainable resource management, as it ensures the recycling of biogas production by-products and reduces reliance on mineral fertilizers [2].

Petroleum pollution adversely affects the soil's water-air regime, inhibits the growth of plants and soil microorganisms, and suppresses the intensity of biogeochemical processes. Conversely, the introduction of digestate stimulates microbial activity, improves soil structure, and creates favorable conditions for the natural degradation of hydrocarbons. The organic components of digestate can serve as a nutrient source for hydrocarbon-degrading microorganisms, thereby accelerating the bioremediation process.

Furthermore, the use of digestate offers distinct environmental and economic advantages. It enables the recycling of biogas effluents, minimizes waste generation, enhances resource efficiency, and mitigates anthropogenic pressure on the environment. This approach fosters closed-loop material flows within the circular economy, providing an integrated solution for both organic waste management and the restoration of disturbed lands.

Consequently, digestate constitutes a promising resource for the remediation of petroleum-contaminated soils. Its application integrates environmental safety, resource efficiency, and the principles of sustainable natural resource management. Therefore, further research focused on determining optimal digestate application rates, evaluating the efficiency of petroleum hydrocarbon degradation, and studying the long-term impacts on soil quality and fertility remains highly relevant.

REFERENCES

1. López Velarde Santos, M., Rodríguez Morales, J. A., Mendoza-Burguete, Y., González-López, M. d. C., Pool, H., Amaro-Reyes, A., Campos-Guillén, J., Ramos-López, M. A., Zavala Gómez, C. E., & Chaparro-Sánchez, R. (2025). Use of anaerobic digestate inoculated with fungi as a soil amendment for soil remediation: A systematic review. *Biology*, 14(11), 1579. <https://doi.org/10.3390/biology14111579>
2. Ablieieva, I., Artyukhova, N., Krmela, J., Malovanyy, M., & Bereznyi, D. (2022). Fluidized bed dryers in terms of minimizing environmental impact and achieving the sustainable development goals. *Drying Technology*, 40(8), 1598–1608. <https://doi.org/10.1080/07373937.2022.2081174>

ACCUMULATION OF STRONTIUM AND IRON IN *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L. DEPENDING ON PROXIMITY TO THE POLLUTION SOURCE

MYKHAILOVA Viktoriia

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine,
e-mail: w.michajlowa@gmail.com

Road transport is a significant source of environmental pollution, contributing to the release of trace elements into surrounding ecosystems [2, 3]. Metals can accumulate in roadside soils and subsequently enter plant tissues. Plants growing near highways are exposed to metal-containing dust particles originating from vehicle emissions, tire and brake wear, and road surface abrasion. These pollutants may settle on leaf surfaces or be absorbed through the root system, leading to elevated concentrations in plant organs [1].

Understanding how metal concentrations in plants change with distance from roads is important for assessing environmental contamination and ecological risks [2, 3]. Studying the spatial distribution of Sr and Fe provides insight into the impact zone of road-related pollution.

The aim of this study was to evaluate the influence of distance from a highway on the accumulation of strontium (Sr) and iron (Fe) in the leaves of *Achillea millefolium* L. The object of the study was roadside vegetation, specifically *Achillea millefolium* leaves. The subject was the concentration of Sr and Fe and their variation depending on the distance from the road.

Plant samples were collected at distances of 1–2 m, 5–7 m, 10–13 m, and 35–40 m from a highway. Metal concentrations were determined using a portable X-ray fluorescence analyzer (Thermo Scientific Niton XL2). The obtained values were averaged for each distance.

The analysis revealed a clear dependence of metal concentrations on the distance from the highway. The highest values were recorded at 1–2 m (81.95 mg/kg for Sr and 1568.10 mg/kg for Fe), followed by a consistent decrease with increasing distance. At 35–40 m, the lowest concentrations were observed (39.76 mg/kg for Sr and 428.87 mg/kg for Fe) (Table 1, Fig.1, 2).

Iron demonstrated a more pronounced decline compared to strontium: from 1 m to 40 m, Fe decreased by about 73%, while Sr decreased by approximately 52%. This indicates a stronger association of Fe with roadside pollution sources and its more intensive deposition near the road. The results confirm a negative relationship between metal concentration in plant leaves and distance from the highway, consistent with known roadside pollution gradients [2, 3].

The observed pattern can be explained by the influence of traffic-related emissions. Road transport generates particulate matter enriched with metals due to fuel combustion and mechanical wear of vehicle components. These particles are mainly deposited near the road, leading to increased contamination of nearby vegetation [1].

Table 1. Concentrations of strontium and iron in *Achillea millefolium* leaves at different distances from the highway

Distance (m)	Sr (mg/kg)	Fe (mg/kg)
1-2	81,95	1568,10
5-7	67,33	1110,60
10-13	45,92	723,46
35-40	39,76	428,87

The sharper decrease in Fe concentration may be related to its origin from coarse particles formed during mechanical processes, which settle quickly near the emission source. In contrast, Sr may exhibit relatively higher mobility in the soil–plant system, resulting in a more gradual decrease.

Metal accumulation in leaves occurs through both surface deposition and root uptake [1]. Therefore, plants closer to the road experience higher contamination levels due to greater particle deposition and air pollution.

The obtained results are consistent with previous studies showing a decrease in metal concentrations in roadside vegetation with increasing distance from traffic sources [4].

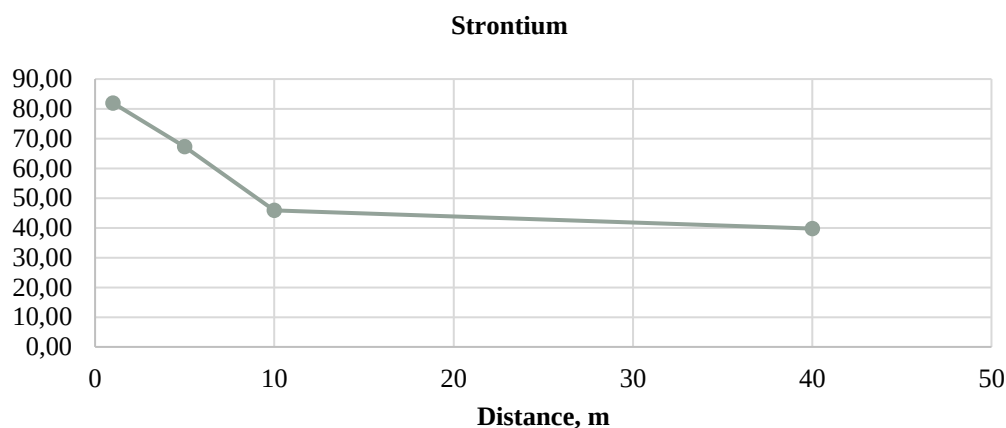


Fig. 1. Strontium (Sr) concentration in *Achillea millefolium* leaves at different distances from the highway (mg/kg)

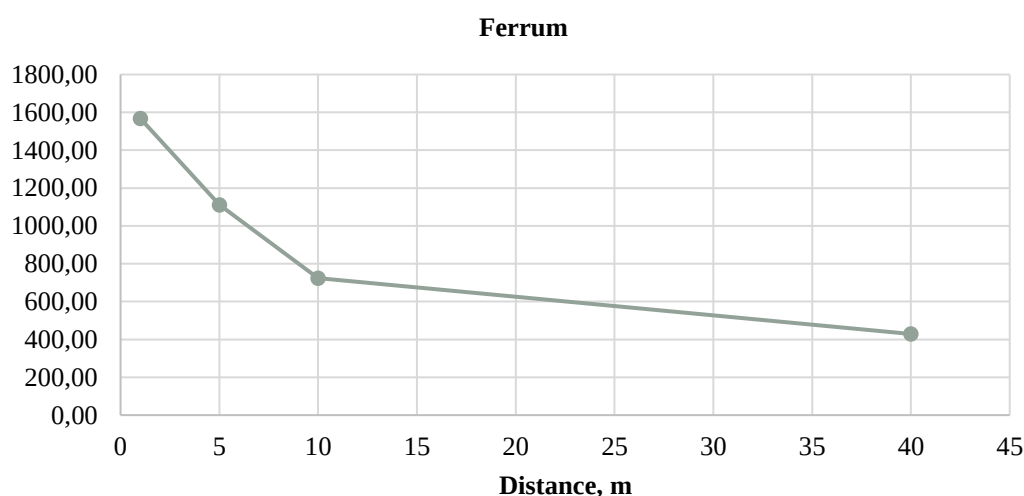


Fig. 2. Iron (Fe) concentration in *Achillea millefolium* leaves at different distances from the highway (mg/kg)

As a result of the research conducted, we can draw the following conclusions:

- The study demonstrated a clear relationship between the distance from the highway and the concentration of metals in the leaves of *Achillea millefolium*.
- The highest concentrations of both strontium (Sr) and iron (Fe) were recorded at a distance of 1-2 m from the road, indicating a strong influence of traffic-related emissions.
- A consistent decrease in metal content was observed with increasing distance, with minimum values detected at 35-40 m.
- Iron showed a more pronounced decline compared to strontium, suggesting differences in their sources, transport mechanisms, and deposition behavior.
- The obtained results confirm that roadside zones are subject to elevated levels of metal contamination and that plants such as *Achillea millefolium* can be used as bioindicators of environmental pollution.
- The findings of this study highlight the importance of monitoring roadside vegetation as an indicator of environmental quality. The results can be useful for assessing pollution gradients and for planning green buffer zones along highways.

REFERENCES

1. Zechmeister H.G., Hohenwallner D., Riss A, Hanus-Illnar A. Estimation of element deposition derived from road traffic sources by using mosses. *Environmental Pollution*. 2005. 138(2). 238-249. doi:10.1016/j.envpol.2005.04.005.
2. Werkenthin M, Kluge B, Wessolek G. Metals in European roadside soils and soil solution – A review. *Environmental Pollution*. 2014. 189. 98-110. doi:10.1016/j.envpol.2014.02.025.
3. Norouzi S, Khademi H, Faz A, Acosta JA. Using plane tree leaves for biomonitoring of dust borne heavy metals: A case study from Isfahan, Central Iran. *Environmental Pollution*. 2015. 197. 174-181. doi:10.1016/j.envpol.2014.12.035.
4. Malinowska E, Jankowski K, Wiśniewska-Kadżaján B, et al. Content of Zinc and Copper in Selected Plants Growing Along a Motorway. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2015. 95. 638-643. doi:10.1007/s00128-015-1648-8.

ЗБЕРЕЖЕННЯ ҐРУНТОВОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД СФЕРІ ОХОРОНИ ПРИРОДИ

¹ОРЛОВ Олег,
^{1,2}РАГУЛІНА Марина

¹Державний природознавчий музей НАН України, Львів, Україна,
e-mail: orlov0632306454@gmail.com, funaria@ukr.net

²Львівський національний університет ім. І. Франка, Львів, Україна

Концепція збереження ґрунтового різноманіття, або педорізнаніття, є відносно новим напрямком в ґрунтознавстві, який виник в 1990-х роках [10, 14]. Відтоді важливість збереження різноманіття ґрунтів поступово поширилася на світову наукову спільноту. Ґрунт є основою екосистеми, і його різноманітність тісно пов'язана з різноманітністю середовища існування, відіграючи важливу роль у підтримці біорізнаніття [11, 13]. Крім того, педорізнаніття є ключовим фактором, що впливає на виробництво продуктів харчування [16]. Таким чином, воно має вирішальне значення для існування людства, оскільки його безпека залежить від різноманітності ґрунтових ресурсів [3].

На початках формування цього напрямку вивчення різноманіття ґрунтів зосереджувалося переважно на підходах, які застосовувались при дослідженні біорізнаніття [5, 10]. Методи та індекси, які часто використовувалися при вивченні біорізнаніття, були введені у вивчення педорізнаніття. Наприклад, часто використовували індекс Шеннона, індекс багатства та індекс рівномірності [6, 12].

Однак, вивчення ґрунтового різноманіття попервах жодним чином не було пов'язане з питаннями його охорони, що призводило до втрат педорізнаніття у багатьох країнах [16]. Тому, виявлення та захист рідкісних та зникаючих ґрунтів у не змінених та/або слабозмінених екосистемах мали вирішальне значення для збереження ґрунтових ресурсів та контролю над втратою педорізнаніття.

Концепція збереження ґрунтового різноманіття тісно пов'язана з концепцією «ґрунтових еталонів», яка розроблялась в низці країн Східної Європи. Ця ініціатива передбачала створення кадастру особливо цінних ґрунтів, який би містив необхідні відомості про конкретні ґрунтові об'єкти, що підлягають заходам особливої охорони. В Україні дослідження цього напрямку започаткував О.В. Клімов [1], який на основі узагальнення зарубіжного досвіду та вивчення особливостей ґрунтового покриття України виділив 4 категорії ґрунтів, що потребують охорони, а саме: типові, рідкісні, зникаючі та раритетні ґрунти). На жаль, незважаючи на значні досягнення у розв'язанні концептуальних питань щодо охорони ґрунтів, законодавчий аспект цього завдання в нашій державі залишається невирішеним, оскільки досі не затверджено нового Земельного кодексу та підзаконних актів, які б вводили в правове поле поняття «Червона книга ґрунтів» [2]. З огляду на це, нами було запропоновано виділення еталонних ґрунтів у природних та квазіприродних екосистемах на території існуючих природоохоронних об'єктів. Запропонований підхід дає змогу сформувати ґрунтоохоронну мережу з найкраще збережених ділянок природних («диких») ґрунтів без необхідності здійснення процедур відчуження нових земельних ділянок та пов'язаних із цим судових спорів.

Перший кількісний аналіз рідкісних та зникаючих ґрунтів розпочався у 2003 році в дослідженні різноманітності ґрунтів у Сполучених Штатах [4]. Було визначено категорії рідкісних, рідкісно-зникаючих та ґрунтів, що знаходяться під загрозою зникнення. Також було закартовано їхній просторовий розподіл. Відтоді роботи щодо виділення, вивчення та картування рідкісних і зникаючих ґрунтів набрав оберти у Китаї, Великій Британії та інших країнах. Водночас критерії їхньої ідентифікації та класифікації варіювали залежно від регіональних науково-методичних підходів і практик [13, 15].

На сучасному етапі площі, зайняті рідкісними та зникаючими ґрунтами, демонструють суттєві регіональні відмінності. Зокрема, частка зникаючих ґрунтів у Сполучених Штатах становила 0,3 % від загальної площі ґрунтового покриття [4], тоді як у Китаї цей показник був дещо нижчим і становив 0,2 % [15], а в Уельсі (Великобританія) – ще меншим (0,13 %) [13]. Проведені оцінки поширення рідкісних та зникаючих ґрунтів дозволили охарактеризувати їхній просторовий розподіл у різних регіонах. Водночас залишаються невирішеними питання щодо чинників, що визначають концентрацію та поширення цих ґрунтів. Низка досліджень продемонструвала, що антропогенна діяльність, зокрема екстенсифікація сільського господарства, урбанізація та забруднення, здатна спричинити втрату педорізнаніття [7, 9, 17].

Щодо класифікації рідкісних та зникаючих ґрунтів, дослідження в цій галузі вже досягли значного прогресу з початку XIX ст. Більшість підходів базуються на аналізі ареалів поширення ґрунтів. Зокрема, у Сполучених Штатах рідкісні ґрунти визначили як такі, що займають площу менше 1000 га; унікальні (ендемичні) ґрунти – як ті, що трапляються лише в одному штаті; рідкісно-унікальні ґрунти – як ґрунти, що зустрічаються

лише в одному штаті та мають загальну площу менше 10 000 га; а зникаючі ґрунти – як рідкісні або рідкісно-унікальні ґрунти, які втратили понад 50 % своєї площі внаслідок антропогенного впливу [4].

У Китаї визначення рідкісні та зникаючі ґрунти, набуло ще більшої деталізації [15]. Так, для гірського регіону Тайхан, рідкісні ґрунти визначались як типи ґрунтів площею менше 100 км²; унікальні ґрунти – як типи ґрунтів, що трапляються лише в межах одного повіту; рідкісно-унікальні ґрунти – як типи ґрунтів, що зустрічаються лише в одному повіті і займають площу менше 100 км²; а зникаючі ґрунти – як рідкісні або рідкісно-унікальні ґрунти, які втратили понад 50 % своєї площі внаслідок антропогенного втручання [8].

Натомість в Уельсі застосували синтез екологічного підходу до визначення «червоних списків» рідкісних видів та дослідження педологічного різноманіття для класифікації ґрунтів на поширені, звичайні, часті, випадкові та рідкісні. Оцінка ґрунтів здійснювалась на основі площі, яку займає кожна підгрупа ґрунтів на території одного мільйона гектарів [13].

Критерії виділення рідкісних та зникаючих ґрунтів, що застосовуються в США, Уельсі та КНР доволі близькі до критеріїв виділення еталонних ґрунтів, запропонованими в Україні [2]. Так, до категорії рідкісних ґрунтів нами пропонувалося ввести підтипи ґрунтів, площа яких становить менше 1 % від загальної площі ґрунтового покриву України, які формуються на локально поширених материнських породах, в нетипових гідротермічних умовах та характеризуються складною генезою, що відобразилося на будові профілю та властивостях ґрунтів. До категорії еталонів зникаючих ґрунтів передбачалось вносити ґрунти, сучасні ареали поширення яких значно скоротилися внаслідок антропогенного впливу. Це могли бути ґрунти, які колись були широко поширені, але нині збереглися лише у вигляді невеликих осередків серед агро- та урбоєкосистем, а також природно рідкісні ґрунти, ареали яких завжди були вузькими. Унікальні ґрунти розглядали як рідкісні за розповсюдженням та унікальні за походженням і властивостями ґрунти, які мають значну наукову цінність.

Таким чином, сучасний підхід до збереження ґрунтового різноманіття в Україні на основі виявлення, дослідження та картування унікальних, рідкісних, рідкісно-унікальних та зникаючих ґрунтів є логічним і необхідним кроком у рамках розвитку концепції «Червоної книги ґрунтів». Це сприяє адаптації національної системи охорони ґрунтів до міжнародних підходів збереження педорізноманіття, інтеграції України в сучасні інноваційні практики природоохоронної діяльності та активному залученню українських ґрунтознавців до формування глобальної ґрунтоохоронної мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Медведєв В.В., Подоба І.М., Климов О.В. (1998). Типові, рідкісні та зникаючі види ґрунтів України. *Агрохімія і ґрунтознавство*, Вип. 59, С. 13-27.
2. Орлов О.Л. (2019). Концепція Червоної книги ґрунтів Українських Карпат. *Наукові записки ДПМ НАН України*, Вип. 35, С. 151-156.
3. Amundson R., Berhe A. A., Hopmans J. W., Olson C., Sztei, A. E., Sparks D. L. (2015). Soil and human security in the 21st century. *Science*, 348, 1261071. <https://doi.org/10.1126/science.1261071>
4. Amundson R., Guo Y., Gong P. (2003). Soil diversity and land use in the United States. *Ecosystems*, 6, 470-482. <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0160-2>
5. Chen, J., Zhang, X., Gong, Z., & Wang, J. (2001). Pedodiversity: A controversial concept. *Journal of Geographical Sciences*, 11, 110-116. <https://doi.org/10.1007/bf02837382>
6. Fajardo M. P., McBratney A. B., Minasny B. (2017). Measuring functional pedodiversity using spectroscopic information. *Catena*, 152, 103-114. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.01.012>
7. Fu T., Han L., Gao H., Liang H., Li X., & Liu J. (2018). Pedodiversity and its controlling factors in mountain regions – A case study of Taihang Mountain, China. *Geoderma*, 310, 230-237. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.09.027>
8. Fu T., Han L., Gao H., Liang H., Liu J. (2019). Rare and endangered soils in the Taihang Mountain region, North China. *Land Degrad Dev.*, 30:1739-1750. <https://doi.org/10.1002/ldr.3381>
9. Hudson P. F., Inbar M. (2012). Land degradation and geodiversity: Anthropogenic controls on environmental change. *Land Degradation & Development*, 23, 307-309. <https://doi.org/10.1002/ldr.2156>
10. Ibañez J. J., De-Albs S., Bermúdez F. F., García-Álvarez A. (1995). Pedodiversity: Concepts and measures. *Catena*, 24, 215-232. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(95\)00028-Q](https://doi.org/10.1016/0341-8162(95)00028-Q)
11. Ibáñez J. J., Feoli E. (2013). Global relationships of pedodiversity and biodiversity. *Vadose Zone Journal*, 12. <https://doi.org/10.2136/vzj2012.0186>
12. Kooch Y., Hosseini S. M., Scharenbroch B. C., Hojjati S. M., Mohammadi J. (2015). Pedodiversity in the Caspian forests of Iran. *Geoderma Regional*, 5, 4-14. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2015.01.005>
13. Maxwell D., Robinson D. A., Thomas A., Jackson B., Maskell L., Jones D.L., Emmett B. A. (2017). Potential contribution of soil diversity and abundance metrics to identifying high nature value farmland (HNV). *Geoderma*, 305, 417-432. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.049>
14. Mcbratney A. B. (1992). On variation, uncertainty and informatics in environmental soil management. *Soil Research*, 30, 913-935. <https://doi.org/10.1071/SR9920913>
15. Shangguan W., Gong P., Liang L., Dai Y., Zhang K. (2014). Soil diversity as affected by land use in China: Consequences for soil protection. *The Scientific World Journal*, 913852, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2014/913852>
16. Tennesen M. (2014). Rare earth. *Science*, 346, 692-695. <https://doi.org/10.1126/science.346.6210.692>
17. Vacca A., Bianco M. R., Murolo M., Violante P. (2012). Heavy metals in contaminated soils of the Rio Sitzerri floodplain (Sardina, Italy): Characterization and impact on pedodiversity. *Land Degradation & Development*, 23, 350-364. <https://doi.org/10.1002/ldr.2153>

НОВА МІЖДИСЦИПЛІНАРНА ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «ТЕХНОЛОГІЇ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ Й ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОСИСТЕМ»

ІЛЛЯШ Оксана

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна,
e-mail: iloks2504@gmail.com

Сьогодні провідні компанії та підприємства коригують свої стратегії з урахуванням екологічних трендів й розпочинають реалізацію пілотних проєктів, серед яких особлива увага приділяється проєктам з декарбонізації різних секторів економіки. Для України напрям декарбонізації є особливо вагомим, враховуючи усі виклики, які має країна в енергетичному та промисловому секторі на сьогодні й ті ризики, що необхідно враховувати на майбутнє.

Відповідно перед вищими освітніми закладами України стоїть завдання забезпечення країни кадровим потенціалом, готовим до вирішення усієї низки проблем, що постають перед суспільством й навколишнім середовищем, а також здатними до прийняття нестандартних рішень, враховуючи особливості кожного регіону, населеного пункту чи окремо взятої території.

Враховуючи ці потреби, у Національному університеті «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» розроблено нову освітню програму «Технології декарбонізації та захисту довкілля й відновлення екосистем» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, яка, перш за все, є міждисциплінарною. А це значить вона орієнтована на формування компетенцій у студентів за двома спеціальностями (G2/183 «Технології захисту навколишнього середовища»; E2/101 «Екологія») в межах двох галузей знань (G/18 - Інженерія, виробництво та будівництво; E/10 - Природничі науки). Відповідно дана програма ставить за мету виконання вимог двох стандартів вищої освіти [1, 2].

Для студентів – це однозначні переваги, тобто за чотири роки навчання вони зможуть набутися фаховість й відповідно отримати диплом одночасно за двома спеціальностями, а значить бути більш цікавими на ринку праці для роботодавців.

Головні риси нової освітньої програми наступні.

Мета освітньої програми полягає в підготовці конкурентоспроможних фахівців, що мають компетентності, необхідні для вирішення природоохоронних, природовідновлюваних й техніко-технологічних завдань у сфері захисту довкілля і збалансованого природокористування та мають знання й володіють навичками з вибору декарбонізаційних технологій, рішень та управлінських стратегій з урахуванням регіональних пріоритетів сталого розвитку територій.

Програма акцентована на спеціалізовані задачі організаційно-технічного, правового, технологічного і техніко-економічного характеру у сфері охорони довкілля, екологічної безпеки, збалансованого природокористування та декарбонізації різних секторів економіки, що потребують вирішення на різних рівнях (регіональному, місцевому, виробничому) та характеризуються комплексністю і невизначеністю умов.

Особливістю даної програми є її спрямування на поглиблену фахову підготовку в сфері захисту навколишнього середовища, екології й природокористування, що передбачає набуття знань й навичок з розроблення, проєктування та прийняття організаційно-технічних, технологічних і техніко-економічних рішень із застосуванням технологій декарбонізації з метою охорони атмосферного середовища та запобігання змінам клімату, охорони та відновлення водних об'єктів і систем, раціонального використання земельних ресурсів та охорони ґрунтів, управління відходами, збереження біорізноманіття, розвитку природно-заповідного та лісового фонду й збалансованого природокористування.

Відмінністю даної освітньої програми є її орієнтація на підготовку фахівців, що мають знання й володіють навичками вибору технологій, рішень та управлінських стратегій з декарбонізації різних секторів економіки з урахуванням регіональних особливостей сфери захисту довкілля і природокористування та потреби у відновленні екосистем.

Для розширення спектру фахової підготовки студенти мають можливість сформувати власну індивідуальну освітню траєкторію шляхом вибору освітніх компонент з відкритого каталогу університету та вибору одного із 3-х мейджорів дисциплін професійної підготовки: «Низьковуглецеві технології та енергоефективність», «Управління екологічною безпекою» або «Екологічне відновлення територій».

Нова освітня програма «Технології декарбонізації та захисту довкілля й відновлення екосистем» орієнтована на забезпечення компетентностей, що визначені стандартами вищої освіти обох спеціальностей («Технології захисту навколишнього середовища» та «Екологія»), тому *інтегральна компетентність* передбачає забезпечення: здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми, зокрема технічного і технологічного характеру, у сфері екології, охорони довкілля, збалансованого природокористування або у процесі навчання, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, теорети-

чних основ та методів технологій захисту навколишнього середовища, та характеризується комплексністю і невизначеністю умов.

Для досягнення цілей даної програми:

- з оволодіння здобувачами вищої освіти навичками вибору технологій й рішень з декарбонізації, передбачено два додаткових результати навчання:
 - вміти застосувати знання з вибору, проектування технологій декарбонізації та обґрунтовувати їх внесок у зменшення впливу антропогенної діяльності на стан компонентів довкілля й зміну клімату;
 - вміти застосувати навички організаційно-технічного, правового, технологічного і техніко-економічного характеру задля розроблення й реалізації управлінських рішень в сфері декарбонізації різних секторів економіки;
- з оволодіння здобувачами вищої освіти навичками відновлення екосистем, передбачено додатковий результат навчання:
 - демонструвати навички вибору та розроблення управлінських рішень й стратегій з відновлення екосистем з урахуванням регіональних пріоритетів сталого розвитку територій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стандарт вищої освіти зі спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» для першого (бакалаврського) рівня, затверджений наказом Міністерства освіти і науки України від 13.11.2018 №1241. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/183-Tekhn.zakh.navk.seredov-bakalavr-VO-zatv.stand.01.11.pdf>
2. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» для першого (бакалаврського) рівня, затверджений наказом Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 №1076. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/101-ekologiya-bakalavr-1.pdf>.

ПРОФЕСІЙНІ КОМПЕТЕНТНОСТІ МЕНЕДЖЕРІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «ЗЕЛЕНОЇ» ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОНОМІКИ

¹КУПАЛОВА Галина,
²ГОНЧАРЕНКО Наталія

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
¹e-mail: prof.galina@knu.ua, ²e-mail: goncharenkon@knu.ua*

«Зелена» трансформація економіки — стратегічний вектор повоєнного відновлення та європейської інтеграції України, запорука конкурентоспроможності країни у середньостроковій і довгостроковій перспективі. Зважаючи на катастрофічний вплив військової агресії, «зелена» трансформація економіки повинна мати системний характер й охоплювати ключові елементи господарсько-економічної системи держави, а саме: формування і розвиток стійких агропродовольчих систем, декарбонізацію енергетичної системи, впровадження ефективної моделі «зеленого» інвестування, стимулювання сталого розвитку громад, повоєнне відновлення екосистем на основі принципів ренатуралізації, природоорієнтації та ін. [1-3]. Визначальним фактором успішної «зеленої» трансформації економіки України є набуття фахівцями різних спеціальностей спеціалізованих міждисциплінарних екологоорієнтованих компетентностей.

Важливим трендом розвитку сучасного ринку праці є формування стійкого попиту на фахівців зі сталого розвитку, причому — це “не окрема професія у традиційному розумінні, а міждисциплінарна роль, яка вимагає розуміння бізнесу, екологічної політики, соціальних процесів і стратегічного мислення” [4]. Для забезпечення «зеленої» трансформації ключових галузей економіки необхідні фахівці, які мають всебічні міждисциплінарні знання щодо кращих практик екологізації і декарбонізації технологічних процесів, розробки ефективних систем екологічного менеджменту, дотримання міжнародних ESG-фреймворків тощо. “Сталий розвиток – це завжди синергія: екологи задають надзвичайно важливі орієнтири, фінансовий сектор забезпечує необхідні ресурси, а технічні спеціалісти відповідають за фізичне втілення цих ідей у життя” [5].

Важливе місце у забезпеченні «зеленої» трансформації економіки відводиться управлінським кадрам державного і бізнес секторів. “Інтеграція зеленого порядку денного в державне планування та управління матиме вирішальне значення для досягнення успіху як на національному, так і на місцевому рівнях. Існує значний невикористаний потенціал міжсекторальної співпраці, інвестицій у людський капітал та «зелені навички», створення ефективної системи «зеленого» фінансування та стратегічного планування землекористування” [6]. Враховуючи зазначене, актуальною вимогою часу є розвиток освітнього середовища для формування нової когорті управлінців, здатних створити передумови і забезпечити швидку «зелену» трансформацію економіки і бізнесу в умовах безпекових ризиків та євроінтеграційних викликів.

За результатами поглибленого аналізу запитів роботодавців визначено сукупність компетентностей, якими повинні володіти менеджери для розробки стратегії «зеленої» перебудови національної економіки, а також забезпечення адаптації і розвитку державних і приватних структур в умовах трансформаційних змін (табл. 1).

Ефективна адаптація до змін зовнішнього середовища в умовах реалізації заходів «зеленої» трансформації вимагають від менеджерів, насамперед, формування стратегічної візії розвитку бізнесу, яка охоплює:

- пріоритетну стратегію адаптації бізнес-моделі для отримання конкурентних переваг з урахуванням елементів оновленої «зеленої» економіки (розвиток нових секторів економіки, впровадження екологічних стандартів як інструментів прихованого захисту внутрішніх ринків та ін.) та актуальних екологічних проблем, які впливають на ефективність діяльності компанії (зміна клімату, погіршення якості природних ресурсів та ін.);
- визначення довгострокових еколого-ринкових переваг продукції (товарів, послуг);
- розробку і впровадження комунікаційної політики у частині висвітлення результатів екологічної, соціальної діяльності та ініціатив компанії, зокрема таких як канали і засоби взаємодії зі стейкхолдерами.

Менеджери середньої ланки повинні володіти знаннями і компетентностями, необхідними, для визначення найефективніших інструментів досягнення поставлених стратегічних цілей і завдань. Відзначимо, що нині більшість вітчизняних підприємств мають застарілі основні засоби з високим ступенем фізичного і морального зносу, а також низький рівень автоматизації технологічних процесів. Тому у найближчій перспективі для технологічного оновлення виробництва з урахуванням екологічних аспектів інженери, менеджери, економісти та екологи компанії повинні вміти ідентифікувати та аналізувати еколого-економічні наслідки господарської діяльності, розробляти й реалізовувати екологічні проєкти, організовувати і проводити екологічний аудит.

Таблиця 1. Актуальні компетентності менеджерів для потреб «зеленої» трансформації економіки

Вид менеджменту	Компетентність
Стратегічний	Уміння розробляти та впроваджувати стратегії «зеленого» розвитку з урахуванням стратегічних цілей і задач розвитку національної економіки, ринків, а також стратегічних цілей компанії, зокрема стратегію: - адаптації до змін клімату; - стратегію декарбонізації виробництва; - стратегію адаптації до циркулярної (замкненої) економіки та ін.
	Уміння розробляти стратегію впровадження ESG стандартів
	Уміння розробляти стратегічні засади формування сталих ланцюгів постачання
	Здатність розробляти комунікаційну стратегію у сфері «зеленого» розвитку
Операційний	Здатність ідентифікувати та аналізувати еколого-економічні наслідки господарської діяльності підприємства
	Уміння проводити економіко-екологічний аналіз та оцінку управлінських рішень
	Уміння розробляти й реалізовувати проекти у сфері екологізації технологічних процесів, зниження антропогенного впливу господарської діяльності та підвищення ефективності екологічного управління
	Уміння організації і проведення екологічного менеджменту та аудиту
	Здатність оцінювати вуглецевий слід компанії і продукції
	Уміння обґрунтовувати і реалізовувати проекти у сфері енергоефективності та ресурсощадності
	Уміння застосовувати міжнародні та національні екологічні стандарти
	Уміння ідентифікувати й інтегрувати цифрові технології для екологізації технологічних процесів і підвищення ефективності екологічного управління
	Уміння формувати та розповсюджувати добровільну екологічну звітність у тому числі відповідно до вимог стандартів ESG
	Уміння налагодити ефективну роботу структурних підрозділів щодо реалізації поточних, стратегічних еколого-економічних цілей і завдань

Джерело: запропоновано авторами

Таким чином, розробка і реалізація стратегії «зеленої» трансформації економіки з урахуванням євроінтеграційних зобов'язань і викликів повоєнного відновлення потребують підготовки когорти фахівців, які володіють комплексними міждисциплінарними знаннями у сфері екології, економіки, управління та прикладних наук.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Марченко, О., & Грабін, О. (2024). Зелена та цифрова трансформації економіки України: пріоритети післявоєнного відновлення. *Економіка та суспільство*, 59, doi:10.32782/2524-0072/2024-59-173
2. «Зелене» повоєнне відновлення України: візія та моделі. (2022). Аналітична записка. Київ: ГО «Ресурсно-аналітичний центр «Суспільство і довкілля», 32 с.
3. Горбач, Л. Архітектура прагматичної моделі зеленого відновлення регіонів України: стратегічний підхід у контексті системних трансформацій та глобальних викликів. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. С. 83-90. DOI: <https://doi.org/10.32782/2413-2675/2024-61-12>
4. Гондюл, О. На них полює бізнес і готовий щедро платити: хто такі фахівці зі сталого розвитку. URL: <https://happymonday.ua/khto-takyi-fakhivets-zi-staloho-rozvytku>
5. Ринок праці для фахівців у галузі сталого розвитку та охорони довкілля. URL: <https://nuft.edu.ua/news/podiyi/plidnij-networking-pro-formuvannya-kompetencij-dlya-zelenoyi-transfor>
6. Звіт про зелений перехід для України демонструє шляхи до зеленого відновлення та інтеграції до ЄС. URL: <https://eu-ua.kmu.gov.ua/news/zvit-pro-zelenyj-perehid-dlya-ukrayiny-demonstruye-shlyahy-do-zelenogo-vidnovlennya-ta-integratsiyi-do-yes/>

СТАЛИЙ ЛОГІСТИЧНИЙ ЛАНЦЮГ ЯК ОБ'ЄКТ ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ

¹ПЕНОВ Ігор,
²КОВТУН Тетяна

Одеський національний морський університет, Одеса, Україна,
¹e-mail: penovigor111@gmail.com, ²e-mail: teta.kovtun@gmail.com

Управління логістичними ланцюгами на засадах сталого розвитку є одним із ключових викликів сучасної управлінської науки. Прийняття 17 Цілей сталого розвитку ООН [1] визначило необхідність системної трансформації ланцюгів поставок: від лінійних структур, орієнтованих на мінімізацію витрат, до міжорганізаційних систем, що інтегрують економічний, екологічний та соціальний виміри сталості. Незважаючи на розвиток концепцій сталого логістичного управління [2; 3], поза увагою дослідників залишається обґрунтування сталого логістичного ланцюга як самостійного об'єкта проєктно-орієнтованого управління та розробка відповідного категоріального апарату.

Відповідно до авторського підходу [2], *сталий логістичний ланцюг* – це впорядкована послідовність організацій і процесів, що забезпечує наскрізний рух матеріального, інформаційного та фінансового потоків від первинного постачальника до кінцевого споживача і у зворотному напрямку, інтегруючи економічний, екологічний та соціальний виміри сталості на всіх рівнях логістичних систем на основі узгоджених принципів управління. Його ключовою особливістю є міжорганізаційна природа: сталість ланцюга не є сумою сталостей окремих учасників, а виникає як результат їх узгодженої взаємодії між юридично незалежними суб'єктами [3]. Саме необхідність координації такої взаємодії для досягнення спільної триєдиної мети зумовлює доцільність застосування проєктного підходу до управління сталим логістичним ланцюгом.

Обґрунтування сталого логістичного ланцюга як об'єкта проєктно-орієнтованого управління спирається на виявлення у ньому сутнісних ознак проєкту. На відміну від операційної діяльності, управління сталим логістичним ланцюгом – від його створення до розформування – є унікальним процесом, обмеженим у часі та спрямованим на досягнення чітко визначеної мети. Ці ознаки та їх специфічний прояв систематизовано у таблиці 1.

Принципово важливим є розмежування між проєктом формування класичного та сталого логістичного ланцюга. Класичний проєкт реалізується в межах єдиного критерію – мінімізації витрат при заданому рівні сервісу. Проєкт сталого логістичного ланцюга передбачає якісно відмінну управлінську логіку: триєдину систему цілей, у якій жоден вимір не може бути принесений у жертву іншому; розширений горизонт планування до витрат повного життєвого циклу; заміну лінійної моделі руху ресурсів циркулярною; суттєво ширше коло стейкхолдерів. Порівняльну характеристику наведено у таблиці 2.

Таблиця 1. Ознаки сталого логістичного ланцюга як об'єкта проєктно-орієнтованого управління

Ознака проєкту	Прояв у сталому логістичному ланцюгу
Унікальність	Кожен сталий логістичний ланцюг має унікальну конфігурацію учасників, потоків і рівнів узгодженості сталості, що унеможливорює тиражування готових рішень без адаптації.
Часова обмеженість	Діяльність з управління сталим логістичним ланцюгом обмежена у часі та охоплює всі процеси – від створення до розформування ланцюга.
Обмеженість ресурсів	Учасники ланцюга діють в умовах обмежених фінансових, матеріальних та організаційних ресурсів, що потребує їх збалансованого розподілу між ланками з урахуванням триєдиної мети.
Визначеність цілей	На відміну від одновимірної оптимізації витрат у класичному ланцюгу, проєкт сталого логістичного ланцюга передбачає досягнення збалансованої триєдиної мети: економічної ефективності, екологічної відповідальності та соціальної інклюзивності, жоден з вимірів не може бути принесений у жертву іншому.
Міжорганізаційність	Учасники ланцюга є юридично незалежними суб'єктами, що вимагає формування спільних механізмів управління, узгодження інтересів і координації рішень на всіх рівнях.

Джерело: складено авторами

Таблиця 2. Порівняльна характеристика проєктів класичного та сталого логістичного ланцюга

Характеристика	Проект класичного логістичного ланцюга	Проект сталого логістичного ланцюга
Мета	Мінімізація витрат при заданому рівні логістичного сервісу	Досягнення триєдиної мети: економічна ефективність, екологічна відповідальність, соціальна інклюзивність
Критерії успіху	Вартість, строки, якість доставки	Вартість, строки, якість, екологічний та соціальний вплив на всіх рівнях ланцюга
Горизонт планування	Короткостроковий та середньостроковий	Довгостроковий: оптимізація витрат повного життєвого циклу ланцюга
Коло стейкхолдерів	Постачальники, виробники, перевізники, дистриб'ютори	Розширене: додаються громади, екологічні організації, регулятори, майбутні покоління
Модель руху ресурсів	Лінійна: взяти – виробити – викинути	Циркулярна: замкнені матеріальні цикли, зворотна логістика як органічна підсистема
Умова завершення	Досягнення заданої операційної ефективності	Досягнення узгодженої сталості на мікро-, мезо- та макрорівнях логістичних систем

Джерело: складено авторами

На основі виявлених ознак та порівняльного аналізу пропонується таке визначення: *проект сталого логістичного ланцюга* – це обмежена у часі унікальна діяльність з управління логістичним ланцюгом, що забезпечує реалізацію принципів сталого розвитку – економічної ефективності, екологічної відповідальності та соціальної інклюзивності. Відсутність такого визначення у науковій літературі підтверджує оригінальність запропонованого підходу та його значення для формування категоріального апарату проєктно-орієнтованого управління сталими логістичними системами.

Реалізація проєктно-орієнтованого управління сталим логістичним ланцюгом потребує урахування його рівневої структури [3]. На *мікрологістичному рівні* кожен учасник ланцюга є самостійною мікросистемою, що інтегрує три виміри сталості у внутрішні процеси та дотримується узгоджених принципів взаємодії. На *мезологістичному рівні* координація здійснюється в межах галузевого або регіонального середовища за єдиними екологічними та соціальними стандартами. На *макрологістичному рівні* ланцюг підпорядковується нормативно-правовим вимогам і міжнародним кліматичним зобов'язанням. Умовою досягнення системної сталості є узгодженість принципів управління на всіх трьох рівнях: відсутність сталості на будь-якому з них обмежує загальну сталість ланцюга [4].

Проведене дослідження дозволяє зробити такі висновки. Сталий логістичний ланцюг має всі сутнісні ознаки проєкту – унікальність, часові та ресурсні обмеження, визначеність триєдиної мети та міжорганізаційну природу. Порівняння з класичним логістичним ланцюгом виявляє якісно відмінну управлінську логіку: розширену систему цілей, довгостроковий горизонт планування, циркулярну модель процесів та розширене коло стейкхолдерів. Запропоноване визначення проєкту сталого логістичного ланцюга формує концептуальну основу для подальшої розробки методології проєктно-орієнтованого управління та інструментарію оцінювання узгодженості сталості між ланками ланцюга.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Kovtun, T.A., & Penov, I.L. (2025). Integratsiia tsilei staloho rozvytku v upravlinnia lohistrychnymy lantsiuhamy [Integration of sustainable development goals into logistics chains management]. *Biznes-navihator*, 5(82), 462–467. <https://doi.org/10.32782/business-navigator.82-72>
2. Kovtun, T.A., Rudenko, Ye.S., & Penov, I.L. (2025). Intehrovanyi pidkhid do upravlinnia stalymy lohistrychnymy systemamy: synerhiia proiektnoho, lohistrychnoho ta staloho upravlinnia [Integrated approach to sustainable logistics systems management: synergy of project, logistics and sustainable management]. *Rozvytok metodiv upravlinnia ta hospodariuvannia na transporti*, 4(93), 151–165. <https://doi.org/10.31375/2226-1915-2025-4-151-165>
3. Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699–1710. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>
4. United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Resolution A/RES/70/1. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

НАРОЩУВАННЯ ПРОЄКТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ УНІВЕРСИТЕТІВ ЧЕРЕЗ МІЖНАРОДНІ ПАРТНЕРСТВА ДЛЯ СТАЛОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

^{1,2}ХРУТЬБА Вікторія,
¹ЛИСАК Роксолана,
³ХРУТЬБА Андрій

¹Національний транспортний університет, Київ, Україна,
 e-mail v.khrutba@ntu.edu.ua, r.lysak@ntu.edu.ua

²Університет сталого розвитку Еберсвальде, Німеччина

³Військова частина А0666

Сучасні глобальні виклики, зокрема наслідки війни в Україні, актуалізують необхідність пошуку ефективних механізмів відновлення соціально-економічних та екологічних систем. Університети, які традиційно виконують роль центрів знань, інновацій та людського розвитку, опинились перед необхідністю одночасно адаптуватися до умов воєнного часу і зберегти свою інституційну спроможність для участі у повоєнному відновленні країни.

Таким чином, університети отримують нову роль центрів ініціювання змін. Тому нарощування проєктного потенціалу університетів та розвиток міжнародного партнерства набуває стратегічного значення як для самих закладів вищої освіти, так і для відбудови України.

Роль міжнародного партнерства є однією із ключових для успішної відбудови України, оскільки подолання наслідків руйнівного впливу війни потребує залучення значних зовнішніх ресурсів, які університети здатні акумулювати через міжнародні грантові програми. Враховуючи євроінтеграційний курс України, який передбачає гармонізацію стандартів вищої освіти з вимогами Європейського дослідницького простору, розвиток міжнародного партнерства є обов'язковим елементом трансформації освітнього середовища. Паралельно це сприятиме створенню привабливих дослідницьких середовищ у вітчизняних університетах і поверненню кваліфікованих кадрів у заклади вищої освіти України.

Національної ради з відновлення України від наслідків війни, створена Указом Президента України у квітні 2022 року, розробила План відновлення України (також відомий як Національний план відновлення) [1] як основний інструмент та механізм трансформації. Він є системним механізмом управління реалізацією проєктів «зеленої» реконструкції, орієнтовуючись на Європейський зелений курс. Серед проєктів, які входять у різні національні програми Плану відновлення України, є такі, що спрямовані на освіту, а також вирішення проблем захисту, збереження та відновлення довкілля [2]. Для їх реалізації необхідний розвиток міжнародного партнерства, який сприяє забезпеченню доступу до фінансових ресурсів, нових знань і технологій.

Проєктний потенціал університетів можна розглядати як спроможність закладів вищої освіти генерувати, залучати, реалізовувати та масштабувати проєкти різного типу, серед яких дослідницькі, освітні, екологічні, соціальні тощо, забезпечуючи при цьому системний вплив на розвиток суспільства. Тому проєктна діяльність сприяє відновленню екосистем, розвитку зелених технологій і цифрової освіти. А важливими чинниками успішної реалізації проєктів є інституційна підтримка, розвиток людського капіталу та командна робота.

В умовах воєнного часу особливого значення набуває резильєнтність університету – його здатність зберігати і відновлювати проєктний потенціал попри безпекові загрози, інфраструктурні руйнування та відтік кадрів. Саме тому міжнародні партнерства виконують роль не лише ресурсного джерела, а й своєрідного страхового механізму, що забезпечує інституційну безперервність через дистанційне залучення до наукових та освітніх процесів.

Важливою тенденцією є формування тематичних дослідницьких консорціумів навколо проблематики відновлення України, що об'єднують університети різних країн із метою спільного вирішення актуальних наукових і практичних завдань. Українські університети мають доступ до широкого спектра міжнародних інструментів підтримки. Серед них Програма Horizon Europe, яка відкрила для українських організацій можливість участі як повноправних партнерів у дослідницьких консорціумах, фінансуючи проєкти у сферах цифрових трансформацій, зеленої економіки, охорони здоров'я та соціальних інновацій [3]. Програма Erasmus+ забезпечує мобільність студентів і викладачів, реалізацію партнерства у сфері вищої освіти та розвиток потенціалу університетів [4].

Серед прикладів успішно реалізованих проєктів можна назвати міжнародний проєкт «Трансформаційна навчальна мережа для підтримки стійкості вищої освіти України (Transformational Learning Network to Support the Sustainability of Higher Education in Ukraine)» – мережа, яка сприяє розвитку партнерства, обміну знаннями та спільному навчанню, відкриваючи нові можливості для ефективної взаємодії українських університетів із зацікавленими сторонами. Її мета – підтримка дослідницької, освітньої та управлінської діяльності у впровадженні принципів сталого розвитку й доступу до кращих практик [5].

Важливе значення мають цільові ініціативи, спрямовані саме на підтримку України. Наприклад, Програми DAAD – асоціації німецьких вищих навчальних закладів та їхніх студентських організацій, які фінансують спільні дослідницькі проекти, обміни та стипендіальні програми для українських науковців [6]. Успішним прикладом є міжнародний проект «Українсько-німецька мережа цифрового навчання», результатом якого стала міжуніверситетська платформа для неформальної освіти, розроблена для екологів, захисників довкілля та спеціалістів, які прагнуть позитивних змін, з електронними курсами від провідних університетів України та Німеччини з управління природними ресурсами, охорони навколишнього середовища, кліматичної політики, розвитку стартапів, управління проектами, цифрових інструментів та дидактики [7].

Попри значний прогрес у залученні міжнародних партнерств, українські університети стикаються з системними викликами, що обмежують повноцінну реалізацію проектного потенціалу. Серед них:

- недостатня гнучкість вітчизняного законодавства у сферах фінансового управління, закупівель та трудових відносин, що ускладнює дотримання вимог міжнародних грантодавців;
- низький рівень, а часом і відсутність, інституційної підтримки у вигляді спеціалізованих підрозділів із супроводу міжнародних проектів у закладах вищої освіти;
- еміграція науково-педагогічного персоналу, яка негативно впливає на формування конкурентоспроможних дослідницьких команд;
- недосконалість англомовної наукової комунікації, в тому числі при написанні заявок, публікації та представленні результатів міжнародним партнерам.

Отже, нарощування проектного потенціалу університетів через міжнародні партнерства є не лише інструментом залучення зовнішніх ресурсів, а стратегічним механізмом внеску вищої освіти у сталий розвиток і відновлення України.

Найбільш перспективними інструментами нарощування проектного потенціалу є участь у програмах Horizon Europe та Erasmus+, DAAD, розвиток дослідницьких об'єднань та налагодження двосторонніх партнерств із провідними університетами країн-членів Європейського Союзу. Пріоритетними тематичними напрямами для формування таких партнерств є сталий розвиток, «зелена відбудова», цифрова трансформація, підтримка ментального здоров'я громад та постраждалих верств населення. Також для успішної реалізації проектів важливо формувати в закладах вищої освіти спеціалізовані центри підтримки.

Ідентифікація та врахування викликів, які мають несприятливий вплив на реалізацію проектів, дозволить мінімізувати ризики та підвищити рівень успішності по досягненню поставлених результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. План відновлення України <https://recovery.gov.ua/>
2. Хрутьба В.О., Кобзиста О.П., Лисак Р.С., Хрутьба Ю.С., Борятинський М.Ю., Бельмега І.В. План відновлення України як інструмент екологічної трансформації післявоєнної реконструкції. Екологічні науки : науково-практичний журнал. Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2025. № 3(60). С. 71-76, URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.13>
3. Офіс Горизонт Європа в Україні URL: <https://horizon-europe.org.ua/>
4. National Erasmus+ Office in Ukraine URL: <https://erasmusplus.org.ua/>
5. Трансформаційна навчальна мережа для підтримки стійкості вищої освіти України URL: <https://ukraine-oss.com/translearnn/>
6. DAAD Україна URL: <https://www.daad-ukraine.org/uk/>
7. Ukrainian-German Digital Teaching Network URL: <https://ukrdigital.hnee.de/>